

PS810

数据手册

单节锂离子电池电量计

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下， Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是 “牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。 Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案（Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。 Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。** Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。未经 Microchip 书面批准，不得将 Microchip 的产品用作生命维持系统中的关键组件。在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 Accuron、dsPIC、 KEELOQ、 microID、 MPLAB、 PIC、 PICmicro、PICSTART、 PRO MATE、 PowerSmart、 rfPIC 和 SmartShunt 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AmpLab、 FilterLab、 Migratable Memory、 MXDEV、MXLAB、 PICMASTER、 SEEVAL、 SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、 Application Maestro、dsPICDEM、 dsPICDEM.net、 dsPICworks、 ECAN、ECONOMONITOR、 FanSense、 FlexROM、 fuzzyLAB、In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 ICEPIC、 Linear Active Thermistor、 MPASM、 MPLIB、 MPLINK、 MPSIM、PICkit、 PICDEM、 PICDEM.net、 PICLAB、 PICtail、PowerCal、 PowerInfo、 PowerMate、 PowerTool、 rfLAB、rfPICDEM、 Select Mode、 Smart Serial、 SmartTel、 Total Endurance 和 WiperLock 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2005, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO/TS 16949:2002

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均于 2003 年 10 月通过了 ISO/TS-16949:2002 质量体系认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、 KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外， Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。





单节锂离子电池电量计

硬件特性

- 针对单节锂离子电池应用的高精度电量计
- 使用带有16位指令集的嵌入式PIC18低功耗单片机来实现算法
- 利用可编程 8 至 15 位带符号 Σ-Δ A/D 转换器来报告电流、电压和温度
- 可以通过业界标准的 SMBus 接口或单引脚串行接口来实现主机通信
- I/O 引脚可以提供数字 GPIO、钮扣电池电压测量和热敏电阻输入等功能
- 集成了热敏电阻和稳压器使所需外部元件减至最少
- 嵌入式电量计算法和应用的具体参数存储在 4K x 16 的闪存存储器中
- 512 字节 RAM 存储器，用于临时存储电池参数

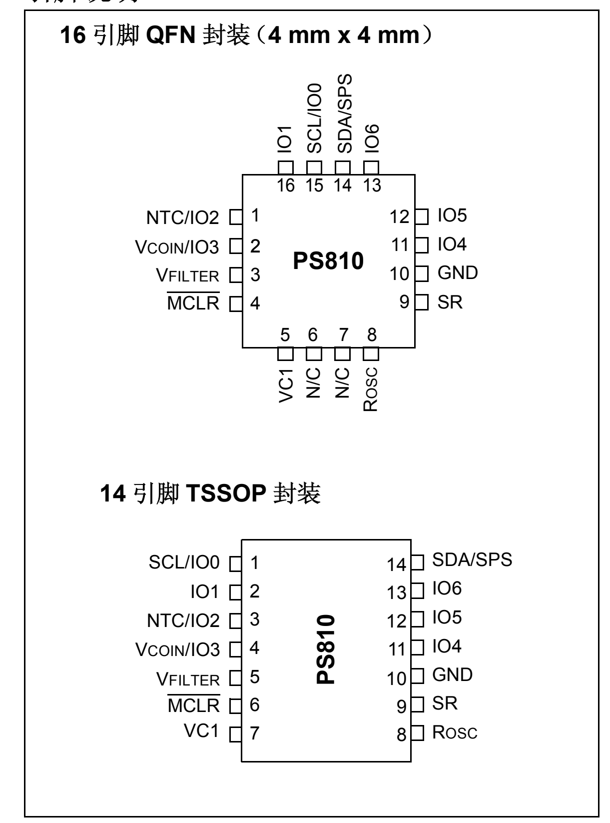
软件特性

- 提供一系列电池状态，如平均清空时间、相对充电状态和电池 “健康”状态等
- 系统内置的偏移校正，用来补偿电流测量中的偏移误差

封装特性

- 16 引脚 QFN 封装或 14 引脚 TSSOP 封装
- -20°C 至 +85°C 的工作温度范围

引脚说明



1.0 产品概述

PS810 是适用于单节锂离子或锂聚合物电池应用的电量计。器件把电池的关键信息提供给主机和系统用户，如电压、电流、温度、工作时间、充电状态和 “健康”状态等。这些信息可以通过业界标准SMBus接口或单引脚串行接口来获取。在片上闪存存储器中储存了先进的电量计算法，并通过业界认证的 PIC18 单片机来运行。这些算法包括针对某个具体应用和工作环境优化电池性能的补偿因子。补偿考虑了温度、放电速度、充电速度和电池寿命的影响。

为了实现电流、电压和温度的准确测量， PS810 集成了一个高精度的 15 位带符号 Σ-Δ A/D 转换器。根据工作环境，可以设置这个可编程 A/D 转换器的分辨率为带符号的 8 至 15 位，来测定电池的具体参数。准确的测量，配合先进的算法，提供了电池的容量、工作时间、“健康”状态和安全性以及充放电条件的准确指示。

由于可以直接利用单节锂离子或锂聚合物电池工作，这样减少了对外部元件（如稳压器和分压器）的需要。为了进一步简化外部电路和提高准确性，PS810 还集成了温度传感器和振荡器。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 1-1： PS810 QFN 引脚说明

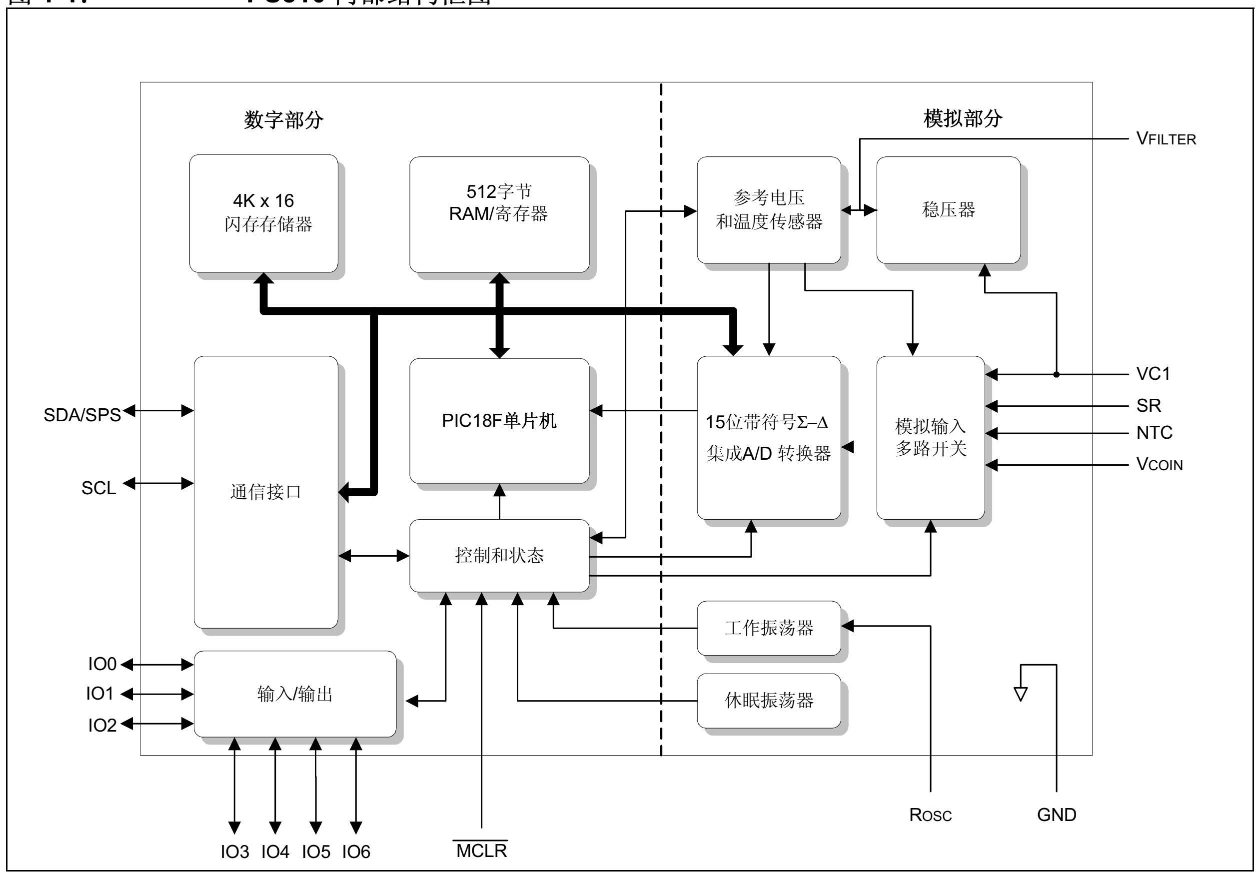
引脚号	引脚名	说明
1	NTC/IO2	外部 NTC 输入或 GPIO
2	VCOIN/IO3	钮扣电池监视器输入或 GPIO
3	VFILTER	电源滤波电容
4	$\overline{\text{MCLR}}$	主复位
5	VC1	电池电压输入
6	N/C	无连接
7	N/C	无连接
8	ROSC	振荡器偏置电阻
9	SR	检测电阻输入
10	GND	电源地
11	IO4	通用 IO
12	IO5	通用 IO
13	IO6	通用 IO
14	SDA/SPS	SMBus 数据 / 单线串行线
15	SCL/IO0	SMBus 时钟或 GPIO0
16	IO1	通用 IO

表 1-2： PS810 TSSOP 引脚说明

引脚号	引脚名	说明
1	SCL/IO0	SMBus 时钟或 GPIO
2	IO1	通用 IO
3	NTC/IO2	外部 NTC 输入或 GPIO
4	VCOIN/IO3	钮扣电池监视器输入或 GPIO
5	VFILTER	电源滤波电容
6	$\overline{\text{MCLR}}$	主复位
7	VC1	电池电压输入
8	ROSC	振荡器偏置电阻
9	SR	检测电阻输入
10	GND	电源地
11	IO4	通用 IO
12	IO5	通用 IO
13	IO6	通用 IO
14	SDA/SPS	SMBus 数据 / 单线串行线



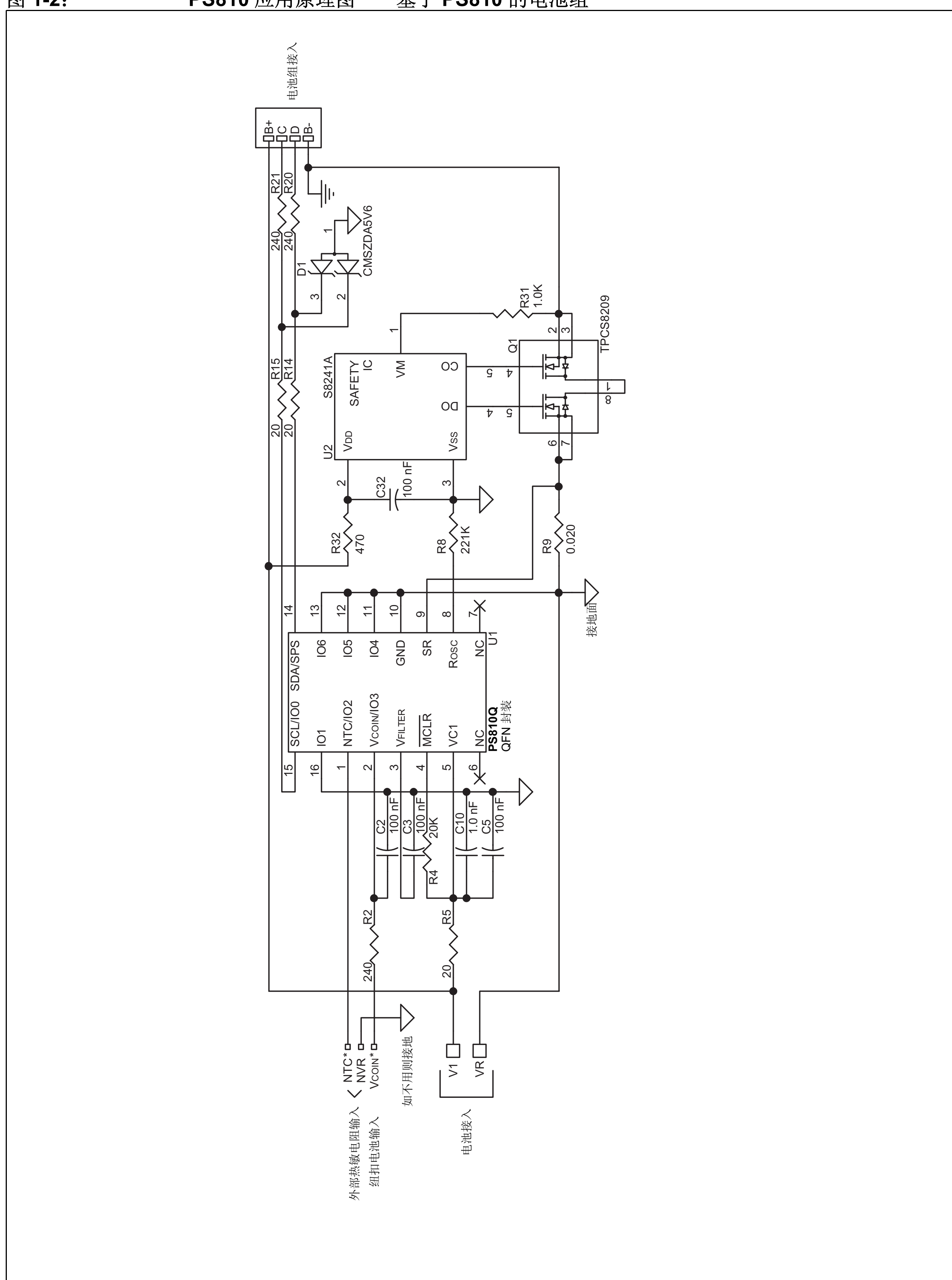
图 1-1： PS810 内部结构框图



© 2005 Microchip Technology Inc.

1.1 原理图

图 **1-2**： **PS810** 应用原理图——基于 **PS810** 的电池组



1.2 材料清单

表 1-3： PS810 的材料清单

ID	部件号	符号	说明	制造商	制造商部件号	供应商	供应商部件号	数量
1	04-826197 Rev. 1.1		原始 PCB, PS8110	Microchip	04-826197 Rev. 1.1	Microchip	04-826197 Rev. 1.1	1
2	CC-0402-10X7R25-1.0NF-01	C10	电容，陶瓷，1.0 nF, 25V, +/-10%, X7R 介电，0402	Panasonic	ECJ-0EB1E102K	Digikey	PCC102BQCT-ND	1
3	CC-0603-10X7R16-100NF-01	C2, C3, C5, C32	电容，陶瓷，100 nF, 16V, +/-10%, X7R 介电，0603	Panasonic	ECJ-1VB1C104K	Digikey	PCC1762CT-ND	4
4	DZ-SOT323-10D-CMSZDA5V6-01	D1	双齐纳二极管，5.6V, +/-10%, 200 mW, 共阳极，SOT-323	Central Semi. Diodes Inc.	CMSZDA5V6 AZ23C5V6W-7	Central Semi. Diodes Inc.	CMSZDA5V6 AZ23C5V6W-7	1
5	QM-TSSOP844-DN-TPCS8209-01	Q1	MOSFET, 双 N 沟道增强型，20V, 5A, TSSOP-8/4.4 mm 主体宽度封装	Toshiba	TPCS8209(TE12L)	Digikey	TPCS8209CT-ND	1
6	RF-0402-5-20-01 （注 1）	R14, R15	电阻，薄膜，0402, 5%, 20 Ω	Panasonic	ERJ-2GEJ200X	Digikey	P20JCT-ND	2
7	RF-0402-5-20K-01 （注 1）	R4	电阻，薄膜，0402, 5%, 20 kΩ	Panasonic	ERJ-2GEJ203X	Digikey	P20KJCT-ND	1
8	RF-0603-ITC25-221K-01 （注 1）	R8	电阻，薄膜，0603, 1%, 221 kΩ, 25 ppm TC	Susumu Co. Ltd.	RR0816P-2213-D-34D	Digikey	RR08P221KDCT-ND	1
9	RF-0603-5-1.0K-01 （注 1）	R31	电阻，薄膜，0603, 5%, 1.0 kΩ	Panasonic	ERJ-3GEYJ102V	Digikey	P1.0KGCT-ND	1
10	RF-0603-5-470-01 （注 1）	R32	电阻，薄膜，0603, 5%, 470Ω	Panasonic	ERJ-3GEYJ471V	Digikey	P470GCT-ND	1
11	RF-0805-5-20-01 （注 1）	R5	电阻，薄膜，0805, 5%, 20Ω	Panasonic	ERJ-6GEYJ200V	Digikey	P20ACT-ND	1
12	RF-0805-5-240-01 （注 1）	R2, R20, R21	电阻，薄膜，0805, 5%, 240 Ω	Panasonic	ERJ-6GEYJ241V	Digikey	P240ACT-ND	3
13	RF-1206-1-0.029-01 （注 1）	R9	电阻，金属条，1206, 1%, 0.020Ω	Vishay	WSL1206-0.020-1%-R86	Vishay	WSL1206-0.020-1%-R86	1
14	UM-SOT235-4085-S8241ABPMCGBPT2-01	U2	IC, 电池保护电路，锂离子，单节，-40°C 至 +85°C, SOT23-5 封装	Seiko Instruments	S-8241ABPMC-GBP-T2 （注 2）	Seiko Instruments	S-8241ABPMC-GBP-T2 （注 2）	1
15	UM-QFN164X4-2085-PS810-01	U1	IC, 低电压电量计，-20°C 至 +85°C, QFN-16/4.0x4.0 mm 封装	Microchip	PS810	Microchip	PS810	1

注 1： 给出的电阻尺寸都是针对应用的最小推荐尺寸。
2： 可以供应带有不同跳变点的 S-8241A 系列的其他型号。请参考 S-8241A 系列的数据手册。

© 2005 Microchip Technology Inc.

2.0 结构概述

PS810 拥有用于电池监测的完整模拟“前端”和嵌入式单片机，以及用于控制、测量累积、计算和通信的辅助存储器。 PS810 的主要功能包括：

- 稳压器
- 精确时基
- 温度传感器
- 4K x 16 闪存存储器
- 512 字节 RAM 存储器
- 15 位带符号模拟 / 数字 （A/D）转换器
- SMBus/I^2C™ 或单引脚串行通信接口
- PIC18 单片机

图 1-1是PS810内部电路的结构框图。图 1-2的原理图给出了PS810在单节锂离子电池中的典型应用。下面是每个功能模块的说明。

2.1 内部稳压器

PS810 包括一个内部稳压器，用以支持一个锂电池组配置。内部稳压器直接由 VC1 输入供电。不需要其他的外部元件来稳定电路电压。

2.2 精确时基

集成的精确时基是一个高精度的 RC 振荡器，它可以为 Σ-Δ A/D 转换器和片上运行时间计数器提供精确计时，而不需要外部的晶振。在生产时，时基的标定频率被调整为 512kHz。

2.3 温度传感器

集成的温度传感器可以免除对外部热敏电阻的需要。在需要将电池和PS810物理隔离的应用中，另外还有一个连接端口提供和外部热敏电阻的连接。

2.4 闪存存储器

集成的4K x 16的闪存存储器用于储存非易失性的参数，如 PowerSmart® 三维电池模型、电量计算法和针对具体应用的数据等。

2.5 RAM 存储器

512 字节的通用 RAM 存储器用来储存临时参数。

2.6 A/D 转换器

PS810 包含集成的 Σ-Δ A/D 转换器和一个模拟电路，该模拟电路可以用于充放电电流、电池电压、钮扣电池电压、片上温度传感器和片外热敏电阻的输入。通过对转换器进行编程，可实现分辨率为 8 至 15 位带符号的 A/D 转换，同时参考电压为单端 +300 mV 或差分 ±150 mV。

2.7 SMBus/I^2C™ 或单引脚串行通信接口

PS810的通信端口可以在两引脚的业界标准SMBus/I^2C接口或单引脚接口两者之间选择。所有的命令、状态和数据都可以通过这个接口从主机系统读出或写入。

2.7.1 SMBus/I^2C

该通信接口两引脚中，一个是时钟引脚，另一个是数据引脚，接口兼容业界标准的系统管理总线（System Management Bus， SMBus）和 I^2C 总线。

2.7.2 单引脚串行接口

单引脚串行（Singal Pin Serial，SPS）接口只有一个引脚：SDA/SPS 引脚 （引脚 14）。通信使用异步归一协议，通过驱动低电平脉冲的时序来定义通信。

2.8 PIC18 单片机

PIC18 是高性能 CMOS 全静态 8 位单片机。 PIC18 采用了高级 RISC 架构。该器件具有增强型内核特性，如 31 级深度的堆栈及多个内部和外部中断源。哈佛（Harvard）架构有独立的指令总线和数据总线，允许16 位宽的指令字和 8 位宽的数据总线同时工作。除了跳转指令需要两个周期外，两级指令流水线允许其他所有指令在单个周期内执行，总共有 75 条指令。

© 2005 Microchip Technology Inc.

注：

 © 2005 Microchip Technology Inc.

3.0 工作原理描述

3.1 A/D 工作原理

PS810 A/D 转换器可以测量电流、电压和温度，并将电流对时间积分来计算充电状态。电池电压的测量可以通过直接与电池连接实现，不需要外部的分压器。使用外部的检测电阻，可以在充放电期间监测电流，并使用片上振荡器作为时基将电流对时间进行积分。可以用片上的温度传感器或者外部热敏电阻来测量温度。电压、电流和温度需要在工作范围内校准以保证精度。A/D 转换器使用 32 kHz 的时钟进行采样。

3.1.1 电流测量

用于电流测量的 A/D 输入通道是 SR 和 GND 引脚。测量检测电阻上的压降，再将之转换为电流量。将电流对时间积分得到充放电的电荷量。

将检测电阻连到 SR 和 GND 之间。在 SR 上可以测得的最大输入电压是 +/-150 mV。应该正确选择检测电阻阻值，使其能够满足最小和最大充放电电流的测量要求，这包括暂停和 / 或待机电流。

NullCurr 参数代表了电池的零电流。它作为读取零电流的校准保护带。低于 +/- **NullCurr** （mA 量级）绝对值的电流认为是零，不会包括到容量算法的计算中。**NullCurr** 的典型值是 3 mA，因此，介于 -3 mA 至 +3 mA 之间的电流被认为是零，不会用于容量计算。因而，电池模块电流路径中的电气噪声不会被认为是充放电的实际电荷。

3.1.1.1 检测电阻的选择和电流测量范围

电流分辨率取决于 A/D 转换器通过检测电阻可以测得的最小电压。由于测量使用的是 13 位 （带符号） A/D 转换器和 150 mV 内部参考电压，因此，通过检测电阻可以测量到的最小电压是：

公式 3-1：

$$150\ \text{mV}/(2\ \hat{}\ 13 - 1) = 150\ \text{mV}/32767 = 18.3\ \mu\text{V}$$

因此，可以测得的最小电流是：
$18.3\ \mu\text{V}/R_{SENSE}\ (\text{m}\Omega)$

可以测得的最大电流是：
$150\ \text{mV}/R_{SENSE}\ (\text{m}\Omega)$

例：20 mΩ 的检测电阻可以测量：
从：$18.3\ \mu\text{V}/20\ \text{m}\Omega = 0.915\ \text{mA}$
（如果 < **NullCurr**，会被认为是零）
到：
$150\ \text{mV}/20\ \text{m}\Omega = 7.5\ \text{A}$ 的电流

3.1.1.2 电流校准

为了获得最佳的精度，在出厂之前已经通过通信接口（SMBus/I^{2}C 或 SPS）进行了电流在线校准。计算出修正值，并将偏移和斜率储存起来。

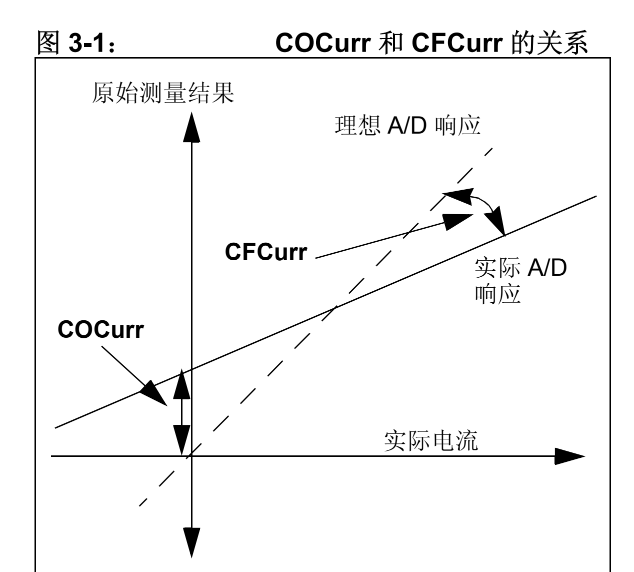
COCurr 是 “电流的校准偏移量”，用于补偿电流测量中的偏移误差。将其从原始的 A/D 测量结果中减去。

CFCurr 是 “电流的校准因子”，用于补偿随电流变化而改变的 A/D 增益和检测电阻阻值。与原始的 A/D 测量结果相乘。

COD 是 “校准偏移量偏差”，通过 A/D 将输入短路，并把结果和零比较来实时更新 **COD**。**COD** 参数可以补偿任何随时间变化的偏移，如和温度相关的偏移等。

图 3-1 反映了 **COCurr** 和 **CFCurr** 之间的关系。

图 3-1： COCurr 和 CFCurr 的关系



3.1.2 偏移自动补偿

使用自动调零的自校准方法可以用来避免精度的漂移，它可以以可编程的速率周期性地将电流测量电路归零。该功能可以校正工作过程中因为温度造成的漂移。自动偏移补偿电路工作原理是把 RS 输入断开，将其与 GND 短路来测量零输入偏移。此外，校准因子 **COD** 包括了 IC 之外的偏移因素，由于电路板、系统等引起的偏移。**COD** 加上由自动偏移周期计算出来的内部偏移一起来决定总偏移。

3.1.3 电压测量

用于电池电压测量的 A/D 输入通道是 VC1 引脚。当 A/D 工作时，每个测量周期都会进行测量。 VC1 引脚上的最大电压是 5.5 V，但是不建议电压超过 4.5 V，因为会引起 A/D 饱和。电池电压用积分方法来测量，这样可以减少瞬间电压尖峰或波动的影响。A/D 采用默认的 11 位带符号精度来测量这些参数。

VC1 输入电路包括一个内部电阻分压器，将外部输入电压减小到内部 A/D 电路可处理的范围（最大 300 mV）。由于最大电池电压是 4.5 V，分压器分压比例为 15:1。当测量实际电压时，分压器只接地。

CFVPack 是 “电池组电压的校准因子”，它可以补偿在不同电压输入的情况下实际 A/D 响应对理想 A/D 响应的偏差。为了获得高精度和高分辨率，在出厂前进行了在线校准。电池电压的测量可以精确到 ±20 mV 之内。

3.1.4 温度测量

A/D可以使用内部温度传感器或与NTC引脚相连的外部热敏电阻测量温度。A/D 使用默认的 11 位带符号精度来进行温度测量。

推荐选择在 25°C 为 10 kΩ 的标准 103ETB 型负温度系数 （NTC）器件作为外部热敏电阻。 NTC 器件的一端应和 NTC 引脚相连，另一端接接地。

使用线性算法将在 NTC 引脚得到的电压测量值转变成温度值。外部热敏电阻应该尽可能靠近电池，并和其他有可能影响其工作的热源隔离。

温度测量的校准也和电流测量一样，涉及到校准因子和偏移量。内部温度测量利用校准因子 **CFTempI** 和偏移量 **COTempI**，而当 NTC 引脚接外部热敏电阻时要用到校准因子 **CFTempE**。

 © 2005 Microchip Technology Inc.

表 **3-1**： **A/D** 工作参数

参数名	字节数	单位	典型值	工作说明
NullCurr	1	mA	3	PS810 内置了零区控制，当实际电流为零时，电气噪声实际上不会影响电量计。因此，绝对值小于 **NullCurr** mA 的电流都会被认为是零。
CFCurr	2	无符号字	6844	电流的校准因子。调整检测电阻的测量值。
COCurr	1	有符号字节	0	电流的校准偏移量，即当流过检测电阻的电流为零时 A/D 的读数。
COD	1	有符号字节	0	校准偏移量偏差。电流读数的自动调零的偏移值。
AOMInterval	1	工作周期	60	两次自动偏移校准之间的时间间隔。
AVGIScale	1	编码	b00100000	用于计算平均电流的时间周期 平均电流：$I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/($**AVGIScale** $* 2)$。 **注：** 仅用到最高有效位，其他位未使用。
CFVPack	2	整数	2250	电池组电压校准因子。调整 VC1 引脚的测量值。
CFVCoin	2	整数	2250	钮扣电池测量的校准因子。调整 V_{COIN} 引脚的测量值。
CFTempE	2	整数	326	温度校准因子。调整 NTC 输入引脚外接热敏电阻测得的温度值。
CFTempI	2	整数	2038	温度校准因子。调整通过内部温度传感器测量的温度值。
COTempI	2	有符号字	21298	温度校准偏移。用于使用内部温度传感器的温度测量。

3.2 工作模式

PS810 采用连续工作模式，测量电流、电压和温度，然后执行电量计算。有四种功率模式：运行模式，在这种模式下测量和计算不停地交替循环执行；总线静止低功耗模式，在这种模式下只有自放电才会被计算；低电压休眠模式，在这种模式下不进行测量，只有唤醒电路在工作；闲置休眠模式，在这种模式下只有通信线传感器在工作。

3.2.1 运行模式

运行模式功耗最大。在运行模式下，执行所有的测量和计算。电流、电压和温度测量按顺序依次进行。当电压低于休眠电压（总线进入静止状态或者执行闲置休眠命令）时，运行模式才会结束。

3.2.2 总线静止低功耗模式

当下列所有条件满足时， PS810 进入低功耗模式：

- 电流为零 （可选）
- 在至少 8 个周期内所有的通信引脚为低电平
- 在至少 8 个周期内没有通信请求

要进入该模式，通常来说，当前必须没有负载或充电器存在，也没有通信主机和电池组。在该模式下， PS810 从电池汲取较少的电流，大约是 25 µA，并且只记录自放电。另外，如果不需要记录自放电的话，可以使用超低功耗模式， PS810 需要的电流不到 1 µA。

3.2.3 低电压休眠模式

只有当 VC1 输入测得的电池组电压低于由 **SleepVPack 参数**（单位为 mV）预设的门限值，并且电流为零（低于 **NullCurr**）时，才能进入低功耗休眠模式。当 VC1 上的电压高于唤醒电压时，休眠模式可以激活为运行模式。唤醒电压为 3.2 V， +/- 5%。

在休眠模式下，既不执行测量，也不执行计算。电量计的显示器不工作，也不会有通信识别，只有满足唤醒条件才允许从休眠模式退出。休眠模式是耗能最低的模式之一，用于电池在完全放电之前节省电池的能量。

低电压休眠模式有两种功耗等级供选择。低功耗模式下电流消耗大约 20 µA，当电压超过唤醒电压时器件将被自动唤醒，唤醒电压大约为 3.2 V，+/-5%。超低功耗模式只需要不到 1 µA 的电流，由于电压唤醒比较器电源已经被切断，因此需要一个外部源驱动通信线到高电平来唤醒器件。

3.2.4 闲置休眠模式

在运输电池组的时候，可以通过通信总线的电池数据命令进入闲置休眠模式以节省能量。该状态只能通过用外部源驱动通信数据线到高电平来激活。这种模式使用超低功耗休眠模式，电流消耗小于 1 µA。通过写入一个密码到 SMBus 命令代码 0x43 中进入该模式。使用字写入协议来写入密码 0x5A7A。

表 3-2： 工作模式

模式	进入条件	退出条件	备注
运行模式	电压 > 唤醒电压或数据线驱动为高电平	电压低于 **SleepVPack**，总线空闲或发出闲置休眠命令	功耗最大且精度最高。
总线静止低功耗模式	电流 < **NullCurr**，通信线为低电平且无通信请求	通信线上有活动	只计算自放电电量。
低电压休眠模式	VC(1) < **SleepVPack**， 电流 < **NullCurr**	电压 > 唤醒电压 （低功耗模式）， 数据线驱动到高电平 （超低功耗模式）	不执行测量。
闲置休眠模式	通过 SMBus 命令进入	数据线驱动为高电平	不执行测量。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 3-3： 工作模式参数值

参数名	字节数	单位	典型值	工作说明
SleepVPack	2	mV	2700	PS810 进入低电压休眠模式的电池组电压。
PwrConsumSleep	1	1/256 mA	7	在低功耗模式时，电池模块从电池汲取的平均电流典型值。
PowerModes	1	位图	b00000011	bit4： 1 = 使能总线静止低功耗模式 0 = 禁止总线静止低功耗模式 bit3： 1 = 使用超低功耗模式作为总线静止低功耗模式（无自放电计算） 0 = 使用带有自放电计算的低功耗模式作为总线静止低功耗模式 bit2： 1 = 对总线静止低功耗模式和低电压休眠模式要求 **NullCurr** 0 = 对休眠模式无 **NullCurr** 要求 bit1： 1 = 使用超低功耗模式作为低电压休眠模式 0 = 使用低功耗模式作为低电压休眠模式 bit0： 1 = 当进入低电压休眠模式时设置剩余容量值为零 0 = 当进入低电压休眠模式时不改变剩余容量值

注：

 © 2005 Microchip Technology Inc.

4.0 容量监测

PS810 使用 A/D 转换器得到的电压、电流和温度数据，并结合电池算法和电池模型，来确定电池的状态和处理电池数据指令集。

通过对测得的电流积分，监测电压和温度，对自放电调整，并检查充放电结束的状态，PS810 可以在任何电池工作条件下实现准确的电量计算。

4.1 容量计算

PS810 使用“库仑计数法”，利用电池电压的输入和温度测量来计算充电状态和电量。通过连续准确地测量进入和流出电池的电流，并利用准确的三维电池模型，PS810 能够准确地预测 SOC 和运行时间。

容量计算考虑了两种状态：充电或容量增加（CI）和放电或容量减少（CD）。只有当充电电流大于 **NullCurr** 参数值时，才会出现 CI 状态。否则，在待机和（或）放电的时候，都是 CD 状态。为了有效地在 CD 和 CI 两个状态之间的转换，新状态至少需要保持 **NChangeState** 个测量周期。建议 **NChangeState** 的最小值为 2。

无论在 CI 还是 CD 状态，都会计算自放电量并从总容量值中减去该值。即使在充电的时候，电池中仍然会发生自放电。PS810 中已经内建了自放电模型，并将其作为温度和充电状态因子。

由于 PS810 也要从电池系统获取电流，引入另一个参数值将这个微小电流消耗包括在容量计算中。**PwrConsumption** 值反映了 IC 和相关电路的电流消耗，其中相关电路包括安全监测电路（如存在）。典型值 31 反映了模块的标称功耗，包括 PS810 的典型功耗（85 μA）。

每个测量周期电池增加或减少的总容量（电荷的变化值）可由下面的公式表示：

公式 4-1：

Δ 电荷 = ΣiΔt （电流对时间积分）
- **PwrConsumption** *Δt
- 自放电 %*FCC

为了计算流出或进入电池的总电荷，需要准确地测量电池电流并对其进行积分。根据查表值，容量可以根据放电速率和温度进行调整。

4.2 放电结束

剩余容量由放电结束（EOD）电压点决定。该点的电压值会根据温度和放电速率改变，因为这些因素会影响电池的电压曲线和总容量。根据放电速率和温度，EOD 电压查找表可以预测放电结束的电压值。

PS810 可以持续地监测温度和放电速率，并将查找表中的 EOD 电压实时地更新。当在 **EODRecheck** 个测量周期（500 ms）内，测得的电池电压低于 EOD 电压时，会产生有效的 EOD。当出现有效的 EOD 时，BatteryStatus 中的 FULLY_DISCHARGED 位被置 1。

4.3 容量再学习

为了保持准确的容量预测能力，在每次放电时，即在以前的有效全充电 EOC 之后达到有效的 EOD 时，**FullCapacity** 值都要再学习。如果在达到有效 EOD 之前是不完全充电，将不进行再学习。除非周期小于 **RLCycles**，否则 FCC 的新值和原值之差将被限制在 256 mAh 之内。

© 2005 Microchip Technology Inc.

4.4 EOD 电压查找表

4.4.1 接近空的预留容量点

电池中可用容量随温度和放电速率改变而变化。由于剩余容量随温度和放电速率变化，所以关断点（即放电结束电压）也随温度和放电速率变化，这样才能在电池中有足够的剩余电量来允许系统在任何情况下都能执行关断过程。

放电结束电压查找表允许输入 64 个不同的电压值，这些电压值是 8 个温度区间和 8 个放电速率区间的函数。在这些区间中使用线性插值法来决定放电结束电压。

推荐用下面三种方式之一来使用查找表：

1. 关断电压为常数

   如果系统不需要保留任何能量，那么表中所有的输入电压值都相同。该值是电池可以安全放电的最低电压和可以支持系统运行的最低电压，两者之中电压较高者。

2. 剩余容量为常数

   为了能给出剩余容量警告，表中的每个输入电压反映的是特定温度和放电速率下的剩余容量。根据不同的温度和放电速率下的电压—容量曲线可以得到这些数值。

3. 系统关断预留能量为常数

   如果系统需要一定的电量来执行系统关断过程，因这一过程需要以特定放电速率持续一段时间，那么一旦到达放电结束电压点，放电速率就会突然改变。输入电压反映了剩余容量，它可以满足在接下来的关断过程中的放电速率。

将不同温度和放电速率下的电压—容量曲线，结合关断过程放电速率下的电压—容量曲线，可以得到从首次放电速率变化到关断放电速率时的关断电压值。

驻留容量输入项体现了电池的理想容量和在特定温度和放电速率下可以获得的容量之间的差值。为了弥补剩余容量，需要从剩余容量中减去驻留容量。补偿调整是实时进行的，以避免突然出现的上升或下降。每次温度下降一度，都会从剩余容量中减去一个新的插值。每次温度升高一度，剩余容量都会保持不变，直到已放电的容量等于应该加到剩余容量上的插值（为了避免放电时容量增加）。直到重置全充满状态之后，才会开始补偿，这样当电池是充满状态时，剩余容量为 100%。

表 4-1： V_EOD 查找表示例

	<-10°	<0°	<10°	<20°	<30°	<40°	<50°	>50°
< 0.2C	3200 mV	3100 mV	3050 mV	—				
< 0.5C	3125 mV	—	—					
< 0.8C	3075 mV	—						
< 1.1C	—							
< 1.4C								
< 1.7C								
< 2.0C								
> 2.0C								
驻留容量	20%	10%	5%	3%	0%	0%	0%	0%

表 4-1 所示为不同关断点的电压值，这些电压值是温度和放电速率的函数。

表 4-2 给出了存储器中实际参数值的名称。表 4-3 给出了参数值的定义。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 **4-2**： 存储器中参数值的名称

	TEOD(1)	TEOD(2)	TEOD(3)	TEOD(4)	TEOD(5)	TEOD(6)	TEOD(7)	TEOD(7)
CEOD(1)	VEOD1(1)	VEOD1(2)	VEOD1(3)	VEOD1(4)	VEOD1(5)	VEOD1(6)	VEOD1(7)	VEOD1(8)
CEOD(2)	VEOD2(1)	VEOD2(2)	VEOD2(3)	VEOD2(4)	VEOD2(5)	VEOD2(6)	VEOD2(7)	VEOD2(8)
CEOD(3)	VEOD3(1)	VEOD3(2)	VEOD3(3)	VEOD3(4)	VEOD3(5)	VEOD3(6)	VEOD3(7)	VEOD3(8)
CEOD(4)	VEOD4(1)	VEOD4(2)	VEOD4(3)	VEOD4(4)	VEOD4(5)	VEOD4(6)	VEOD4(7)	VEOD4(8)
CEOD(5)	VEOD5(1)	VEOD5(2)	VEOD5(3)	VEOD5(4)	VEOD5(5)	VEOD5(6)	VEOD5(7)	VEOD5(8)
CEOD(6)	VEOD6(1)	VEOD6(2)	VEOD6(3)	VEOD6(4)	VEOD6(5)	VEOD6(6)	VEOD6(7)	VEOD6(8)
CEOD(7)	VEOD7(1)	VEOD7(2)	VEOD7(3)	VEOD7(4)	VEOD7(5)	VEOD7(6)	VEOD7(7)	VEOD7(8)
CEOD(7)	VEOD8(1)	VEOD8(2)	VEOD8(3)	VEOD8(4)	VEOD8(5)	VEOD8(6)	VEOD8(7)	VEOD8(8)
	FCCP(1)	FCCP(2)	FCCP(3)	FCCP(4)	FCCP(5)	FCCP(6)	FCCP(7)	FCCP(8)

4.4.2 电池老化补偿

随着锂离子电池老化，电压—容量曲线会降低。也就是说，对指定的容量，电池不能像过去那样输出那么高的电压。电池容量总损失通过再学习全充满容量来调整。用比例因子调整放电结束电压点，即特定剩余容量下的电压点。

随着每次循环，放电结束电压点会越来越低。一个循环定义为总的放电容量等于充满的容量。循环次数用来决定电池的寿命，**AgeFactor** 参数决定了每次循环电压减少的 mV 值。电池每经历一次循环，就从放电结束电压中减去 **AgeFactor**。**AgeFactor** 的单位是 0.125mV。因此，随着老化，实际的放电结束电压变为：

公式 **4-2**：

$$VEOD_{aged} = \mathbf{VEOD} - (\underline{CycleCount} * \mathbf{AgeFactor} * 0.125)\ mV$$

表 4-3：　　容量监测参数

参数名称	字节数	单位	典型值	工作说明
DesignCapacity	2	mAh	2200	DesignCapacity 的电池数据值。这是在上电后第一次载入 FullChargeCapacity 的容量。
InitialCap	2	mAh	440	电池的初始容量。当 PS810 第一次上电并初始化，在得知实际总容量之前，将该值输入到 **InitialCap** 中，来计算充电状态相对百分比。
NullCurr	1	mA	3	PS810 中内置的零区控制，使得当电流实际为零时，电气噪声不会影响电量计。因此，任何方向上小于 **NullCurr** mA 的电流都将被认为是零。
PwrConsumption	1	1/256 mA	31	电池模块的电流消耗。即电池模块通常从电池汲取的平均电流（255 = 1 mA）。
ClrFullyChrg	1	%	90	FULLY_CHARGED 位复位， 100 = 100%。当放电开始，在电池电压低于 **EOCVolt** 之前， FULLY_CHARGED 位必须始终置 1，因此小电流不会误触发充电结束触发器。 **ClrFullyChrg** 被设置在 90% 左右。 FULLY_CHARGED 位置 1，直到电池电量低于 90%。
ConfigCAP	1	位图	11100100	bit 7： 补偿剩余容量——显示的剩余容量实际上等于 FCC 减去已消耗容量，再减去驻留容量。 bit 6： 剩余容量只能减少——补偿的时候，即使温度的变化使得驻留容量减小，也不允许增大剩余容量来反映上述变化。应保持剩余容量不变，直到放电抵消该部分增量。 bit 5： 只放电时补偿。 bit 4： 空电流时补偿。 bit 3： 未使用。 bit 2： 充电时立即设置电池容量为正。如果放电使容量低于零，该设置位允许充电时立即计算出总容量。 bit 1： 无条件学习——无条件地再学习 FCC。通常只用于测试。 bit 0： 禁止自放电。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 **4-3**： 容量监测参数 （续）

参数名称	字节数	单位	典型值	工作说明
FLAGS1	1	位图	b00100110	位编码如下： bit 功能 7 未使用 6 未使用 5 内部 / 外部温度 4 在主空闲模式禁止休眠 3 未使用 2 禁止安全 GPIO 1 未使用 0 未使用
RemCapDelta	1	1/4 mAh	2	每个测量周期剩余容量的最大变化。
EODRecheck	1	整数	8	EOD 的复查周期。在此多个测量周期中，电压必须持续低于 **VEOD**。
ClrFullyDischrg	1	%	10	FULLY_DISCHARGED 位复位， 100 = 100%。一旦全放电位被置 1，它将会一直保持置位状态，直到电池容量超过该设定值，典型值为 10%。
EODCap	2	mAh	100	在 EOD 时电池的剩余容量。在 EOD 时剩余容量由 **EODCap** 载入。
FullCapacity	2	mAh	2200	电池容量学习值。用于 FullChargeCapacity 的电池数据值。这是一个学习参数，它等效于电池从满充到满放的所有电荷数，其中包括自放电和误差项。学习周期之后清零，之后用于剩余容量和相对充电状态的计算。
RLCycles	1	整数	2	没有再学习限制的初始周期数。一般地，再学习之后，满充容量将会改变，最大变化为 256 mAh。首次学习周期中， **FullCapacity** 可能变化很大，所以初始容量可能并不正确，因此，该值至少应设置为 2。
TEOD	7	(°C * 10 + 200)/4	5, 20, 35, 50, 80, 113, 150	EOD 温度边界——8 个温度的递增值，编码如下： **TEOD**x = (°C * 10 + 200)/4。
CEOD	7	1/64 C	19, 32, 48, 64, 77, 90, 109	EOD C- 速率边界—— 8 个 C- 速率的递增值，编码如下： **CEOD**x = C- 速率 * 64。
FCCP	8	255 = 100%	50, 25, 12, 8, 0, 0, 0, 0	存盘前的不可用驻留容量，该值和温度相关， 255 = 100%。
VEODOffset	2	mV	2700	**VEOD** 公式的基数。
VEOD	64	电压 – **VEODOffset**/4	75	放电结束电压，电压 = **VEODOffset** + 4 * **VEOD**。 通知存盘的电池电压。
AgeFactor	1	0.125 mV	1	与老化相关的 EOD 电压比例因子 （单位是 .125 mV）， $VEOD_{aged}$ = **VEOD** – (CycleCount * .125 * **AgeFactor**)。
VEODCoin	2	mV	2500	决定钮扣电池为空的电压。

注：

© 2005 Microchip Technology Inc.

5.0 充电控制

5.1 满充检测方法

对于典型的锂离子恒流 / 恒压充电系统， PS810 可以监测进入电池的收尾电流。一旦电池达到充电器的最终电压，即当 VC1 大于 **EOCVolt** 时，开始对收尾电流进行监测。一旦收尾电流值落在**TaperCRate** 和 **TaperLow** 范围之间，预示着电池已经充满，就会触发充电结束（EOC）。对脉冲充电方式，会监测平均电流。当平均电流低于 **EOCCurAvg** 的时候，会触发 EOC。因此，当使用收尾电流充电方式，充电电流的突然下降或消失并不会误触发 EOC，电流和平均电流之差必须落在 **StableCurr** 范围内。

因此，触发 EOC 的条件是：

1. 电池电压 > **EOCVolt** 并且
2. **TaperCRate** > 电流 > **TaperLow** 并且
3. 平均电流 – 电流 < **StableCurr**

对脉冲充电方式，用平均电流 < **EOCCurAvg** 来替代条件 2，取消条件 3。

当满足有效的满充 EOC 条件时，执行下列操作：

- BatteryStatus 中的 FULLY_CHARGED 状态位被置 1，表示充满状态。（该值会一直保持，直到 RelativeStateOfCharge低于存储器中的**ClrFully-Chrg** 值。）
- 剩余容量被设置为 FCC，因此， RelativeStateOf-Charge 被设置为 100%。

5.2 温度算法

PS810 提供了温度报警设置点。

HighTempAl：当测量的温度高于**HighTempAl**的时候，OVER_TEMP_ALARM 位被置 1。

表 **5-1**： 充电控制参数

参数名称	字节数	单位	典型值	工作说明
HighTempAl	1	(°C * 10 + 200)/4	200	AlarmWarning 寄存器中的 OVER_TEMP_ALARM 阈值位，编码值 = (°C * 10 + 200)/4。当温度超过 **HighTempAl** 的时候，OVER_TEMP_ALARM 将被激活。
EOCCurAvg	2	mA	200	脉冲充电方式下 EOC 触发值。如果脉冲充电期间平均电流低于 **EOC-CurAvg** 阈值的次数等于参数值 **EOCRecheck**，进入充电结束状态。
EOCRecheck	1	整数	6	EOC 触发前的检查次数。充电结束条件必须至少保持 **EOCRecheck** 个周期，才能被确认。这样可以滤掉由于尖峰造成的误充满条件。
EOCVolt	2	mV	4150	EOC 触发电池电压。当电池电压到达该值时，将会开始监测电流，来决定电池什么时候充满。当电流在合适的范围，并且电池电压大于 **EOCVolt** 的时候， BatteryStatus 中的 FULLY_CHARGED 位被置 1。
StableCurr	1	mA	50	EOC 触发电流偏差范围。为了避免电流尖峰引起过早的收尾电流触发，平均电流和瞬态电流之差必须落在 **StableCurr** 范围内。
TaperCRate	1	1/64 C	3	基于温度的 EOC 收尾电流上限， 64 = 1°C。
TaperLow	1	1/64 C	1	EOC 收尾电流下限， 64 = 1°C。
ConfigEOCD	1	位图	10011111	位编码如下： bit 功能 7 剩余容量限制为 FCC 6 未使用 5 平均电流触发 EOC 4 收尾电流触发 EOC 3 禁止多个 EOD 2 在 EOD 之前容量限制为 **EODCap** 1 在 **VEOD** 时将容差设置为驻留容量 0 在 **VEOD** 时学习 FCC

© 2005 Microchip Technology Inc.

注：

© 2005 Microchip Technology Inc.

6.0 GPIO 配置

6.1 配置输入和输出

可以根据条件来设置 GPIO 作为输入还是输出，这些条件涉及电池的数据参数或 GPIO 电平和设定常数相比的结果。这个功能强大的编程模型允许定制 GPIO，使其在任何可能的电量计量条件下置位，而在其他条件下复位。

以下四个参数定义了每个引脚的全部工作模式：

- **GPIOSTATE**：定义了在电量计初始化的时候，GPIO 的状态是高电平还是低电平。
- **GPIODIRECTION**：定义 GPIO 作为输入还是输出。
- **GPIOCONFIG**：NTC 和 V_{COIN} 对 GPIO 模拟功能的使能 （高位字节），输入上拉或者下拉的使能（低位字节）。
- **GPIOPOLARITY**：定义了活动和静止极性。除了 IO0 和 IO3，所有 GPIO 都驱动到高电平的 V_{BAT}。IO0 和 IO3 驱动到高电平的 V_{BAT} – 1V。当被设置为输入时，所有的 GPIO 都有上拉和下拉，只有 IO0 和 IO3 是例外，它们只有下拉。 IO0 只有在 SPS 模式才能使用，而 IO3 只有在不使用 V_{COIN} 才能使用。

表 **6-1**： **GPIO** 参数

参数名称	定义	位说明
GPIOSTATE	GPIO 的复位状态	位号和 GPIO 号的位设置对应： bit (x) = 1：GPIO 默认为高电平 bit (x) = 0：GPIO 默认为低电平
GPIODIRECTION	GPIO 是输入还是输出	位号和 GPIO 号的位设置对应： bit (x) = 1：GPIO 作为输入 bit (x) = 0：GPIO 作为输出
GPIOCONFIG 高位字节	模拟还是 GPIO	bit (5) = 1：引脚 1 是 NTC 的热敏电阻输入 bit (5) = 0：引脚 1 是 GPIO bit (4) = 1：引脚 2 是 V_{COIN} 钮扣电池输入 bit (4) = 0：引脚 2 是 GPIO bit (0) = 1：禁止输入的上拉和下拉 bit (0) = 0：允许输入的上拉和下拉
GPIOCONFIG 低位字节	输入是上拉还是下拉	如果 GPIO 被设置为输入，那么 （位号和 GPIO 号的位设置对应）： bit (x) = 1：GPIO 是下拉 bit (x) = 0：GPIO 是上拉
GPIOPOLARITY	默认值和活动极性	位号和 GPIO 号的位设置对应： bit (x) = 1：GPIO 默认为高电平，活动——低电平 bit (x) = 0：GPIO 默认为低电平，活动——高电平

表 **6-2**： 参数位和 **GPIO** 号对应关系

参数位	GPIO 号
0	0
1	—
2	6
3	5
4	4
5	3
6	2
7	1

6.2 配置输出功能

功能强大而灵活的编程协议允许 GPIO 被设置为输出，输出是基于电池数据使用复杂的函数来定义的。事实上，所有关于电池的信息都可以在多级触发函数或者复位函数中使用。编程使用 Microchip 的编程开发工具 PowerTool™ 800 来实现。

GPIO 的输出功能可以基于以下信息函数：

- 所有的电池数据功能，如电压、电流和电池状态等
- 其他 GPIO 的高低电平
- 混合标志字节，包含下列信息：
  - bit 0：充电开始
  - bit 1：放电开始
  - bit 2：充电增加
  - bit 3：POR 检测
  - bit 4：未使用
  - bit 5：从休眠中唤醒
  - bit 6：处于低电压休眠模式
  - bit 7：处于闲置休眠模式
  - bit 8：处于总线休眠模式

一旦从上述信息选出变量，会将它和一个常数进行运算。运算符包括 >、<、=、AND 和 NOR。后两个运算符用于位图中各个位的比较。例如，如果位图的 bit 1 为 “1”，位图和操作数 00000000 00000010 作 AND（与）运算的结果为真。如果 bit 1 为 “0”，位图和操作数 11111111 11111101 作 NOR（或非）运算的结果为真。

条件判断的举例：

电压 < 3200

如果电池电压数据低于 3200 mV，则这个条件成立。

可以将各个条件判断 AND 和 OR 一起，形成条件判断组合。条件判断组合的举例：

(电压 < 3200) AND (电流 > 100) OR
(温度 > 60) AND (电流 > 200)

考虑优先级，上述表达式等同于：

((电压 < 3200) AND (电流 > 100)) OR
((温度 > 60) AND (电流 > 200))

这个完整的条件组合可以经过编程来激活单个的 GPIO。可以将触发条件组合的结果作为复位触发条件来复位 GPIO。

复位条件组合的举例：

(电压 > 3200) OR (电流 = 0)

此外，多个触发条件组合，其中每个都有各自的复位条件组合，可以分配给一个 GPIO。这些都可以通过 PowerTool™ 800 编程来实现。

© 2005 Microchip Technology Inc.

7.0 KEELOQ® 安全性

PS810 使用 KEELOQ 安全编码，它可以确保只有适合的电池才能被主机使用。由于电池需要依据系统要求量身订做，那么不匹配的电池可能引起系统性能变差，甚至无法正常工作。从主机向电池发出认证查询。电池对查询数据进行加密，并将其返回到主机。主机也会对查询数据加密，并验证电池的加密结果是否匹配。关于 KEELOQ 的技术规范，请参考 Microship 的应用笔记 *AN827*，“*Using KEELOQ® to Validate Subsystem Compatibility*”（DS00827）。

主机通过将“查询”（即：一个 32 位随机数）写入 PS810 上的 KEELOQ 总线函数来发出“查询”。PS810 固件包括 KEELOQ 加密算法和 64 位密钥。PS810 运行 32 位查询数据，并结合它的 64 位密钥，通过 KEELOQ 加密算法来生成 32 位的运算结果。然后主机使用 KEELOQ 总线函数从 PS810 中读出该运算结果。主机也是通过使用同一个密钥运行解密算法来验证结果数据。如果结果相同，则验证成功。

当查询被写入电池的时候，它需要一些时间来产生加密的结果。当查询写入的时候，电池状态位 1 被置“1”，当结果准备就绪并且可以从 PS810 中读出时，状态位 1 被复位为 “0”。

验证的安全性不是依赖于算法的保密，而是依赖于密钥的保密和管理。密钥、储存密钥的函数以及使用密钥的 KEELOQ 解密算法都位于存储器中，它们都是禁止读写的。这避免了密钥被非引导模块中的代码读出，也避免了引导模块在没有先擦除的情况下被改写。密钥以编码形式储存，在正常操作期间，密钥不会在 RAM 中完整地出现。

电池组的密钥在出厂前就储存好了。每个电池组有唯一的密钥，进一步提高了安全性，这个密钥是主密钥和电池组序列号的函数。主机使用主密钥、电池组序列号和密钥生成算法来决定每个电池组的密钥。

注：

© 2005 Microchip Technology Inc.

8.0 通信

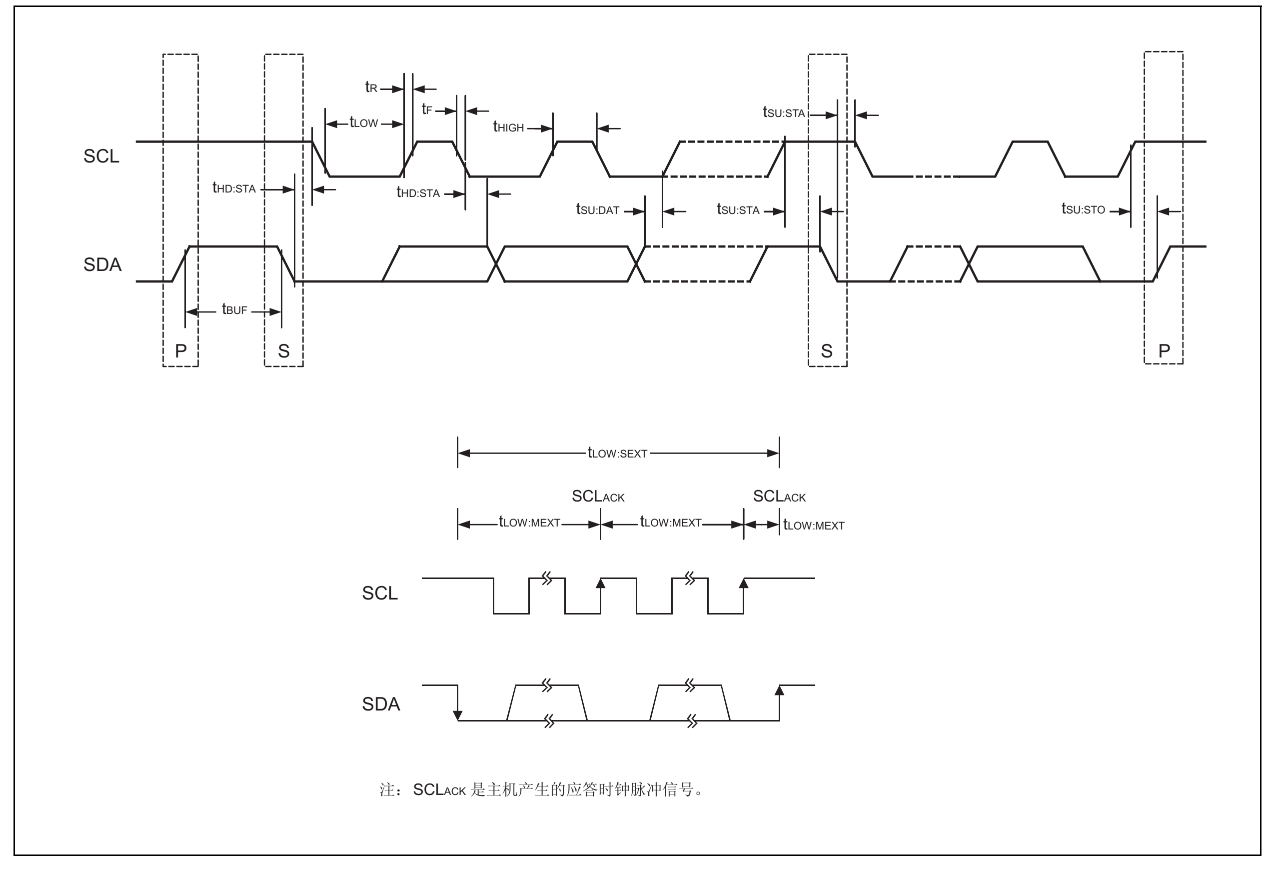
8.1 SMBus/I²C 电池数据接口

PS810 使用两引脚的通信协议和主机通信，这个协议和系统管理总线（SMBus）以及 I²C™ 协议兼容。一个引脚是时钟信号，另一个是数据信号。SMBus/I²C 端口可以响应表 8-1 中的所有电池数据命令。为了获得电池的信息，主机发出相应的命令到 SMBus/I²C 端口。电池数据命令集在表 8-1 中给出。

PS810 的 SMBus/I²C 通信端口完全符合 1.1 版本的系统管理总线规范，并支持所有以前的和最新的要求，包括总线超时和 PEC （CRC-8）错误校验。 SMBus 端口作为从端口来进行读写。 SMBus 支持的从协议包括 Read Word（字读取）、Write Word（字写入）、Read Block（块读取）和 Write Block （块写入），这些从协议可以具有 PEC （CRC-8）错误校正，也可以没有。

用于 PS810 的 SMBus 协议是主机用来控制 SMBus 的。PS810 只工作在从动模式。主机先发送 PS810 器件的 SMBus 写地址 （0x16 用于写），然后是命令代码。随后主机发送 PS810 器件的读地址 （0x17 用于读）并等待数据。作为读请求的响应，PS810 发送所有主机请求的数据字节。

图 8-1： SMBus 时序



8.2 SPS 单引脚串行电池数据接口

PS810 也可以利用一个引脚 （即 SDA 引脚）使用单引脚串行协议 （SPS）进行通信。单引脚串行接口通信是异步归一协议。信号需要外部上拉电阻。通过驱动低电平脉冲的时序来定义通信。

间隔周期发出一个从主机到电池的命令。该命令长度为 8 位。之后，或者发送 8 个数据位到电池，或者从电池接收 8 个数据位。首先发送的是最低有效位。

间隔周期定义如下：低电平持续时间大于等于 t_B，然后高电平持续时间大于等于 t_{BR}。

每 8 个数据位包括 3 部分：

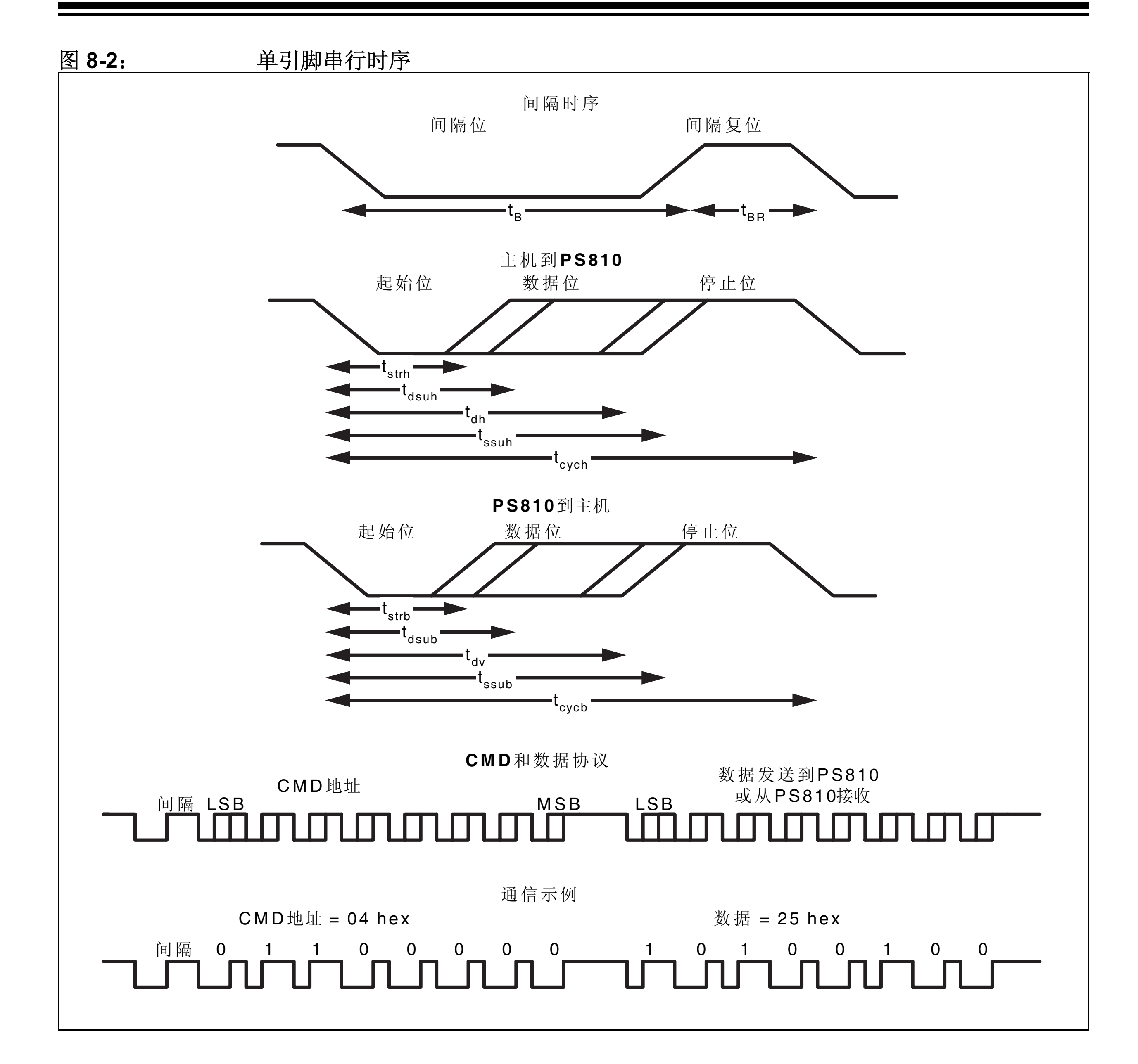
1. 起始：逻辑低电平至少持续时间 t_{STR}。
2. 数据：数据高电平或低电平到时间 t_{DS} 有效，并且保持到时间 $t_{DH/V}$。
3. 停止：逻辑高电平到时间 t_{SSU} 有效，并且保持到时间 T_{CYC}。

SPS 协议规定每个命令码只能读取一个字节。因此，接收两个字节长数据的命令只能每次读取一个字节。为了得到两个字节的数据，首先发送读取高位字节的命令码，接收高位字节数据；然后，发送读取低位字节数据的命令码，再接收低位字节数据。

此外，如果主机系统通信速率缓慢，有可能在读取高位字节和低位字节之间的时间间隔中，数据发生改变。因此，推荐始终验证数据是否改变。具体做法是，先读出高位字节，再读出低位字节，然后再读高位字节，并和第一次读出的数据进行比较确保一致。如果不一致，则再读入低位字节，并和新的高位字节组合使用。

© 2005 Microchip Technology Inc.

图 **8-2**：　　单引脚串行时序


间隔时序
间隔位
间隔复位
tB
tBR
主机到PS810
起始位
数据位
停止位
tstrh
tdsuh
tdh
tssuh
tcych
PS810到主机
起始位
数据位
停止位
tstrb
tdsub
tdv
tssub
tcycb
CMD和数据协议
CMD地址
间隔 LSB
MSB
LSB
数据发送到PS810
或从PS810接收
通信示例
CMD地址 = 04 hex
数据 = 25 hex
间隔 0 1 1 0 0 0 0 0
1 0 1 0 0 1 0 0

8.3 电池数据函数说明

后面各小节详细描述了所有电池数据命令。

表 8-1： PS810 SMBus 数据函数

电池数据函数名	SMBus 命令码	存取方式	参数对照	单位
Temperature	0x00	读		0.1° C
Voltage	0x01	读		mV
Current	0x02	读		mA
AverageCurrent	0x03	读		mA
RelativeStateOfCharge	0x04	读		%
AbsoluteStateOfCharge	0x05	读		%
RemainingCapacity	0x06	读		mAh
FullChargeCapacity	0x07	读		mAh
AverageTimeToEmpty	0x08	读		分钟
BatteryStatus	0x09	读	**BatStatus**	位码
CycleCount	0x0A	读	**Cycles**	整数
DesignCapacity	0x0B	读	**DesignCapacity**	mAh
CoinVoltage	0x0C	读		mV
ManufactureDate	0x0D	读	**Date**	编码
SerialNumber	0x0E	读	**SerialNumber**	十六进制字
ManufacturerID	0x0F	读	**MFGID**	十六进制字
DeviceID	0x10	读	**DeviceID**	十六进制字
KEELOQ	0x17	读 / 写		块数据
UserData	0x16	读 / 写		

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 **8-2**： **PS810** 单引脚串行数据函数

电池数据函数名	SPS 命令码	存取方式	参数对照	单位
Temperature *(低位字节)*	0x00	读		0.1° C
Temperature *(高位字节)*	0x01	读		
Voltage *(低位字节)*	0x02	读		mV
Voltage *(高位字节)*	0x03	读		
Current *(低位字节)*	0x04	读		mA
Current *(高位字节)*	0x05	读		
AverageCurrent *(低位字节)*	0x06	读		mA
AverageCurrent *(高位字节)*	0x07	读		
RelativeStateOfCharge	0x08	读		%
reserved	0x09	—		
AbsoluteStateOfCharge	0x0A	读		%
reserved	0x0B	—		
RemainingCapacity *(低位字节)*	0x0C	读		mAh
RemainingCapacity *(高位字节)*	0x0D	读		
FullChargeCapacity *(低位字节)*	0x0E	读		mAh
FullChargeCapacity *(高位字节)*	0x0F	读		
AverageTimeToEmpty *(低位字节)*	0x10	读		分钟
AverageTimeToEmpty *(高位字节)*	0x11	读		
BatteryStatus	0x12	读	**BatStatus**	位码
reserved	0x13	—		
CycleCount *(低位字节)*	0x14	读	**Cycles**	整数
CycleCount *(高位字节)*	0x15	读	**Cycles**	
DesignCapacity *(低位字节)*	0x16	读	**DesignCapacity**	mAh
DesignCapacity *(高位字节)*	0x17	读	**DesignCapacity**	
CoinVoltage *(低位字节)*	0x18	读	**DesignVPack**	mV
CoinVoltage *(高位字节)*	0x19	读	**DesignVPack**	
ManufactureDate *(低位字节)*	0x1A	读	**Date**	编码
ManufactureDate *(高位字节)*	0x1B	读	**Date**	
SerialNumber *(低位字节)*	0x1C	读	**SerialNumber**	十六进制字
SerialNumber *(高位字节)*	0x1D	读	**SerialNumber**	
ManufacturerID *(低位字节)*	0x1E	读	**MFGID**	十六进制字
ManufacturerID *(高位字节)*	0x1F	读	**MFGID**	
DeviceID *(低位字节)*	0x20	读	**DeviceID**	十六进制字
DeviceID *(高位字节)*	0x21	读	**DeviceID**	
KEELOQ *(低位字节)*	0x28	读 / 写	**MFGData**	十六进制双字
KEELOQ *(第二个字节)*	0x29	读 / 写	**MFGData**	
KEELOQ *(第三个字节)*	0x2A	读 / 写	**MFGData**	
KEELOQ *(高位字节)*	0x2B	读 / 写	**MFGData**	

© 2005 Microchip Technology Inc.

8.3.1 Temperature （温度）（0.1° C）

返回电池组的内部温度。

8.3.2 Voltage （电压）（mV）

返回电池组电压。

8.3.3 Current （电流）（mA）

返回通过电池两极提供 （或接受）的电流。

8.3.4 AverageCurrent （平均电流）（mA）

返回通过电池两极提供（或接受）的电流的平均值。计算平均电流的时间周期是可调整的。

8.3.5 RelativeStateOfCharge （相对充电状态 ）（%）

返回预测的剩余电池容量，以 FullChargeCapacity 的百分比表示。

8.3.6 AbsoluteStateOfCharge （绝对充电状态 ）（%）

返回预测的剩余电池容量，以 DesignCapacity 的百分比表示。注意， AbsoluteStateOfCharge 可以返回大于 100% 的值。

8.3.7 RemainingCapacity （剩余容量）（mAh）

返回预测的剩余电池容量。 RemainingCapacity 值表示为：电流 x 时间。

8.3.8 FullChargeCapacity （满充容量）（mAh）

返回当电池组充满时预测的电池组容量。

8.3.9 AverageTimeToEmpty （平均剩余运行时间）（分钟）

返回预测的剩余电池寿命的平均值。它的平均时间周期和 AverageCurrent 的相同。

8.3.10 BatteryStatus （电池状态）（标志位）

返回智能电池的状态字。电源管理系统使用 BatteryStatus 函数来获得报警和状态位。

电池状态位：

- bit 7： 已初始化 （INITIALIZED）
- bit 6： 放电中 （DISCHARGING）
- bit 5： 充满 （FULLY_CHARGED）
- bit 4： 完全放电 （FULLY_DISCHARGED）
- bit 3： 温度过高预警 （OVER_TEMP_ALARM）
- bit 2： 未使用
- bit 1： KEELOQ 响应处理
- bit 0： 钮扣电池空 （COIN_CELL_EMPTY）

8.3.11 CycleCount （周期计数）（整数）

更新 CycleCount 来追踪电池的总使用次数。当电池释放的电荷量等于电池总容量的时候，CycleCount 计数值就会加 1。

8.3.12 DesignCapacity （设计容量）（mAh）

返回新电池组的理论容量。

8.3.13 CoinCellVoltage （钮扣电池电压）（mV）

返回钮扣电池电压。

8.3.14 ManufactureDate （生产日期）（编码）

以编码整数的形式返回电池组的生产日期。该日期用如下方式表达：(年 -1980) * 512 + 月 * 32 + 天。

8.3.15 SerialNumber （序列号）（十六进制字）

该函数用来返回序列号。这个序列号结合 ManufacturerID、DeviceID 和 ManufactureDate 可以唯一地识别出某一电池产品。

8.3.16 ManufacturerID （制造商标识）（十六进制字）

该函数返回一个包含电池制造商 ID 的十六进制字。

8.3.17 DeviceID （器件标识）（十六进制字）

这个函数返回一个包含电池 ID 的十六进制字。

8.3.18 KEELOQ （块数据）

该函数用于系统对电池的识别。主机系统向电池写入 4 字节长的随机数据查询。PS810 使用在制造时输入的安全密钥，通过 KEELOQ 算法运行查询数据。（也可以使用基于制造商的密钥和序列号的密钥。）然后，主机读取 4 字节长的运算结果，将其和使用相同密钥内部生成的结果相比较。两者一致才能通过验证。

8.3.19 UserData （用户数据）（块数据）

从闪存存储器的 UserData 块中，读取 1 至 32 个字节。读出的字节数由参数 **F_USER_DATA_LENGTH** 决定。可以存储任何用户希望读取的信息。

> **注：** 这个命令只能在 SMBus 模式下使用，不能在 SPS 模式下使用。

© 2005 Microchip Technology Inc.

9.0 参数设置

本章给出了所有驻留在存储器中的可编程参数。

表 9-1： 参数列表 （依字母顺序）

参数名称	字节数	单位	典型值	工作说明
AgeFactor	1	0.125 mV	0	与老化相关的 EOD 电压的比例因子。单位是 .125 mV，$VEOD_{aged}$ = **VEOD** – (CycleCount * **AgeFactor**).
AOMInterval	1	工作周期	60	两次自动偏移校准的时间间隔。
AVGIScale	1	编码	b00100000	用来计算平均电流的时间， $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})$/**AVGIScale**. 注： 只用到最高有效设置位，其他未使用。 `1xxxxxxx`: $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/256$ `01xxxxxx`: $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/128$ `001xxxxx`: $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/64$ `0001xxxx`: $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/32$ `00001xxx`: $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/16$ `000001xx`: $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/8$ `0000001x`: $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/4$ `00000001`: $I_{AVG} = I_{AVG} + (I - I_{AVG})/2$
BGCal	1	整数	14	带隙电压校准因子。
CalStatus	1	位图	b11111111	位编码如下： bit 功能 7 RCOSC 6 温度 5 电流 4 VC1 3 V_{COIN} `0` = 未校准 `1` = 已校准
CFCurr	2	整数	4200	电流校准因子。调整检测电阻电流测量的比例。
CFTempE	2	整数	326	温度校准因子。调整由 NTC 输入引脚接入的外部热敏电阻测量得到的温度的比例。
CFTempI	2	整数	2038	温度校准因子。调整通过内部温度传感器测量的温度的比例。
CFVCoin	2	整数	2250	钮扣电池电压的校准因子。
CFVPack	2	整数	2250	电池组电压的校准因子。调整测得的电池组电压的比例。用来校准 VC1 输入引脚和地之间的电池组电压测量。
ClrFullyChrg	1	%	90	FULLY_CHARGED 位复位， 100 = 100%。从开始放电，直到电池电压低于 **EOCVolt**， FULLY_CHARGED 位保持置 1，这样微小电流就不会误触发充电结束触发器。
ClrFullyDischrg	1	%	10	FULLY_DISCHARGED 位复位， 100 = 100%。一旦完全放电位被置 1，它将会一直保持，直到电池容量超过该值，典型值为 10%。
COCurr	1	有符号字节	0	电流校准偏移量。即当流过检测电阻的电流为零时 A/D 的读数。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 9-1： 参数列表（依字母顺序）（续）

参数名称	字节数	单位	典型值	工作说明
COD	1	有符号字节	0	校准偏移偏差。模块对电流读数影响的偏移量。
Config1	1	位图	b00010000	bit 7： 只能内部使用。 bit 6： 1 = FG 覆盖了自举程序的高优先级中断服务 bit 5： 1 = 禁止自举程序写命令，直到被锁定 bit 4： 1 = 以 SMBus 模式启动 0 = SPS 模式 bit 3-0： 未使用。
ConfigCAP	1	位图	11100100	bit 7： 补偿剩余容量——显示的剩余容量实际上等于 FCC 减去已消耗的容量，再减去驻留容量。 bit 6： 剩余容量只能减少——补偿的时候，即使温度的变化使得驻留容量减小，也不允许增大剩余容量来反映上述变化。应保持剩余容量不变，直到放电抵消该部分增量。 bit 5： 只放电时补偿剩余容量。 bit 4： 允许空电流期间补偿。 bit 3： 未使用。 bit 2： 充电时立即设置电池容量为正。如果放电使容量低于零，该设置位允许充电时立即计算出总容量。 bit 1： 无条件学习——无条件地再学习 FCC。通常只用于测试。 bit 0： 禁止自放电。
ConfigEOCD	1	位图	10011111	位编码如下： bit 功能 7 剩余容量限制为 FCC 6 未使用 5 平均电流触发 EOC 4 收尾电流触发 EOC 3 禁止多个 EOD 2 在 EOD 之前容量限制为 **EODCap** 1 在 **VEOD** 时，将容量设置为驻留容量 0 在 **VEOD** 时，学习 FCC
COTempl	2	有符号字	21198	内部温度的校准偏移量。
Cycles	2	整数	0	CycleCount 的电池数据寄存器。更新 **Cycles** 来追踪电池的总使用次数。当电池释放的电荷量等于电池总容量的时候，**Cycles** 就会加 1。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 **9-1**： 参数列表 （依字母顺序） （续）

参数名称	字节数	单位	典型值	工作说明
Date	2	编码 十六进制字	0x3246	ManufactureDate 的电池数据值。电池组的生产日期可以在这儿编程，并使用电池数据 ManufactureDate 命令来读出。编码：日期 =(年 -1980)x 512 + 月 x 32 + 天。
DesignCapacity	2	mAh	2200	DesignCapacity 的电池数据值。这是首次上电的时候载入到 FullChargeCapacity 的初次容量。
DeviceID	2	十六进制字	AAAA	DeviceID 的电池数据值 （2 字节的十六进制字）。
EOCCurAvg	2	mA	200	脉冲充电的 EOC 触发。如果充电期间平均电流低于阈值的次数等于 **EOCRecheck**，进入充电结束状态。
EOCRecheck	1	工作周期	6	EOC 触发前的检查次数。充电结束条件必须至少保持该周期数，才能被确认。
EOCVolt	2	mV	4150	EOC 触发电池电压。当电池电压达到该值时，PS810 开始监测电流，来决定电池什么时候充满。当电流在合适的范围，并且电池电压大于 **EOCVolt** 的时候， BatteryStatus 中的 FULLY_CHARGED 位被置 1。
EODCap	2	mAh	100	在 EOD 时预留的剩余容量。
EODRecheck	1	工作周期	8	EOD 的复查周期。在多个测量周期中，电压必须持续低于 **VEOD**。
FLAGS1	1	位图	00100000	位编码如下： bit 功能 7 未使用 6 未使用 5 内部 / 外部温度 4 在主空闲模式禁止休眠 3 未使用 2 禁止安全 GPIO 1 未使用 0 未使用
FullCapacity	2	mAh	2200	电池容量学习值。用于 FullChargeCapacity 的电池数据值。这是一个学习参数，它等效于电池从满充到满放的所有电荷数，其中包括自放电和误差项。在学习周期之后清零，之后用于剩余容量和相对充电状态的计算。
F_USER_DATA_LENGTH	1	字节	2	用 UserData SMBus 命令读出的字节数。
HighTempAl	1	编码字节	200	OVER_TEMP_ALARM 阈值位， 编码值 = (°C * 10 + 200)/4。
InitialCap	2	mAh	440	电池的初始容量。当 PS810 第一次上电初始化，在得知实际总容量之前，将该值输入到 **InitialCap** 中，来计算充电状态相对百分比。
MFGID	2	十六进制字	–	ManufacturerID 值 （2 字节的十六进制字）。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 9-1： 参数列表 （依字母顺序） （续）

参数名称	字节数	单位	典型值	工作说明
NChangeState	1	工作周期	2	状态改变延迟过滤器。根据电流方向，将 “电荷增加” 和 “电荷减少” 之间的状态变换延迟指定周期。为了避免在相反方向出现电流尖峰，内置了延迟过滤器来控制什么时候从充电状态改变到放电状态。电流改变方向，并且在新的方向保持 **NChangeState** 个周期之后，状态才改变并根据新的电流方向决定容量是增加还是减少。
NullCurr	1	mA	3	PS810 中内置了零区控制，使得当电流实际为零时，电气噪声并不会影响电量计。因此，任何方向上小于 **NullCurr** mA 的电流都将被认为是零。
OSCTrim	1	整数	206	RC 振荡器微调。
PowerModes	1	位图	b00000011	bit 4： 1 = 允许总线静止低功耗模式 0 = 禁止总线静止低功耗模式 bit 3： 1= 使用超低功耗模式作为总线静止低功耗模式 （无自放电计算） 0 = 使用带有自放电计算的低功耗模式作为总线静止低功耗模式。 bit 2： 1= 对总线静止低功耗模式和低电压休眠模式有 **NullCurr** 要求 0 = 对休眠模式无 **NullCurr** 要求 bit 1： 1= 使用超低功耗模式作为低电压休眠模式 0 = 使用低功耗模式作为低电压休眠模式 bit 0： 1 = 当进入低电压休眠模式时剩余容量设置为零 0 = 当进入低电压休眠模式时不改变剩余容量值
PW1	2	整数	–	电池组锁定的第一次密码。
PW2	2	整数	–	电池组锁定的第二次密码。
PwrConsumption	1	1/256 mA	31	电池模块的电流消耗。即电池模块通常从电池汲取的平均电流 （255 = 1 mA）。
PwrConsumSleep	1	1/256 mA	7	休眠模式下，电池模块的电流消耗。
RefCal	1	整数	0	参考电压校准因子。
RemCapDelta	1	1/4 mAh	2	每次测量周期剩余容量的最大变化值。
RLCycles	1	整数	2	没有再学习限制的初始周期数。再学习限制没被激活的初始周期数。一般地，再学习之后，满充容量将会改变，最大变化为 256 mAh。首次学习周期中 **FullCapacity** 值可能变化很大，所以初始容量可能并不正确；因此，该值至少应设置为 2。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 **9-1**： 参数列表 （依字母顺序） （续）

参数名称	字节数	单位	典型值	工作说明
SerialNumber	2	整数	–	SerialNumber 的电池数据值。电池组的序列号可以在此编程，并使用电池数据 SerialNumber 命令来读出。
SleepVPack	2	mV	2700	PS810 可以进入低电压休眠模式的电池组电压。
StableCurr	1	mA	50	EOC 触发电流偏差范围。为了避免电流尖峰引起过早的收尾电流触发，平均电流和瞬态电流必须在各自的 **StableCurr** 范围内，以保证充电结束只能由收尾电流来触发。
TaperCRate	1	1/64 C	3	EOC 收尾电流的上限， 64 = 1°C。
TaperLow	1	1/64 C	1	EOC 收尾电流的下限， 64 = 1°C。
VEODCoin	2	mV	2500	钮扣电池的空电压。
VEODOffset	2	mV	2700	**VEOD** 查找表的基准电压。

注：

© 2005 Microchip Technology Inc.

10.0 电气特性

表 **10-1**： 绝对最大额定值

符号	说明	最小值	最大值	单位
V_{PIN}	任何引脚上直接测得的电压 值	-0.5	7.0	V
T_{BIAS}	偏置条件下的温度	-20	85	°C
$T_{STORAGE}$	储存温度 （和封装有关）	-35	120	°C

注： 如果器件运行条件超过上述各项绝对最大额定值，可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅是运行条件的极大值，我们不建议使用器件运行在超过或在技术规范以外的条件下。器件长时间工作在绝对最大极限条件下，其稳定性可能受到影响。

表 **10-2**： **DC** 特性 （T_A **= -20°C** 至 **+85°C** ； V_{DD} （内部） **= +3.0V ±10%**）

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
VC1	供电电压	2.5	—	5.5	V	（注 **3**）
V_{DD}	经内部稳压后的供电电压	—	3.0	—	V	
I_{DD}	供电电流——运行模式	—	85	100	µA	A/D 处于运行模式 （注 **1**）
I_{DDSLP}	供电电流——休眠模式	—	22	25	µA	休眠模式 （注 **1**）
I_{DDSSLP}	供电电流——闲置休眠模式	—	600	1000	nA	闲置休眠模式 （注 **1**）
V_{IL}	输入低电压——GPIO	—	—	0.2 * V_{DD}	V	
V_{IH}	输入高电压——GPIO	0.8 * V_{DD}	—	—	V	
$I_{IL-IO0PU}$	GPIO 输入低电流——上拉模式	—	7	—	µA	
I_{L-IO}	泄漏电流——IO 引脚编程为无上拉的输出或输入	—	1	2	µA	
V_{OL-IO}	GPIO 的输出低电压	—	—	0.4	V	I_{OL} = 0.5 mA
V_{OH-IO}	GPIO 设置为推挽的输出高电压	2.0	—	—	V	I_{OH} = 100 mA
V_{SR}	检测电阻的输入电压范围	-152	—	152	mV	
I_{NTC}	热敏电阻的输出电流	—	6	—	µA	
V_{IL-SMB}	SMBus 引脚的输入低电压	-0.5	—	0.8	V	
V_{IH-SMB}	SMBus 引脚的输入高电压	2.0	—	5.5	V	
V_{OL-SMB}	SMBus 引脚的输出低电压	—	—	0.4	V	I_{PULLUP} = 350 mA
V_{OH-SMB}	SMBus 引脚的输出高电压	2.1	—	5.5	V	
$I_{PULLUP-SMB}$	通过上拉电阻的电流或 SMBus 引脚的电流源	100	—	350	µA	
$I_{LEAK-SMB}$	输入泄漏电流——SMBus 引脚	—	—	±8	µA	

注 **1**： 不包括引脚上外部负载的电流消耗。

2： 采样模式电流规定为 A/D 的静止周期内。采样模式的平均电流可使用下列公式计算：采样模式的平均供电电流 = (I_{DDRUN} + (n – 1) * I_{DDINS})/n ；其中 “n”是编程设定的采样速率。

3： A/D 的精度保持在 2.7 V 至 4.5 V 之间。

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 10-3： AC 特性 （T_A = -20°C 至 +85°C ； V_{DD} （内部） = +3.0V ±10%）

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
f_{RC}	内部 RC 振荡器频率	509.952	512	514.048	kHz	
$f_{A/D}$	内部 A/D 工作时钟	—	$f_{RC}/4$	—	kHz	
t_{POR}	上电复位延迟时间	—	2	10	ms	从 VC1 电压超过 2.7V 时开始延迟
t_{SHELF}	进入闲置休眠模式的延迟时间	1	—	—	ms	（Shent = 1 或 $V_{PACK} < V_{PTRIP}$）且（SDA 和 SCL 变成低电平）
t_{WAKE}	退出闲置休眠模式的延迟时间	1	—	—	ms	SDA 和 SCL 变成高电平

表 10-4： AC 特性 ——SMBus/I²C™ （T_A = -20°C 至 +85°C ； V_{DD} （内部） = +3.0V ±10%）

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
f_{SMB}	SMBus 时钟工作频率	10	—	100	kHz	从模式
t_{BUF}	在启动和停止之间的总线空闲时间	4.7	—	—	µs	
t_{SHLD}	在重复启动之后的总线保持时间	4.0	—	—	µs	
$t_{SU:STA}$	在重复启动之前的建立时间	4.7	—	—	µs	
$t_{SU:STOP}$	停止建立时间	4.0	—	—	µs	
t_{HLD}	数据保持时间	0	—	—	ns	
t_{SETUP}	数据建立时间	250	—	—	ns	
t_{LOW}	时钟低电平时间	4.7	—	—	µs	
t_{HIGH}	时钟高电平时间	4.0	—	50	µs	（注 **2**）
$t_{LOW:SEXT}$	报文缓冲时间	—	—	10	ms	（注 **1**， **3**）
$t_{HIGH:MEXT}$	报文缓冲时间	—	—	10	ms	（注 **1**， **4**）
t_F	时钟 / 数据下降时间	—	—	300	ns	（注 **5**）
t_R	时钟 / 数据上升时间	—	—	1000	ns	（注 **5**）

注 **1**： 当由 Start-to-Ack、 Ack-to-Ack 或 Ack-to-Stophe 定义的累计报文时间超过 $T_{TIMEOUT}$ 的最小值 25 ms 时，PS810 会出现超时。 PS810 将会在 $T_{TIMEOUT}$ 的最大值 35 ms 前对通信进行复位。

2： t_{HIGH} 最大值为器件提供了一种简单可靠的方法来检测总线是否空闲。

3： $t_{LOW:SEXT}$ 是在一个报文从开始到结束，允许从器件扩展时钟周期的累计时间。

4： $t_{HIGH:MEXT}$ 是由 Start-to-Ack、 Ack-to-Ack 或 Ack-to-Stop 所定义的报文的每一字节内允许主控器件扩展其时钟周期的累计时间。

5： 上升和下降时间定义如下： $t_R = (V_{ILMAX} - 0.15)$ 至 $(V_{IHMIN} + 0.15)$
$t_F = 0.9\ V_{DD}$ 至 $(V_{ILMAX} - 0.15)$

© 2005 Microchip Technology Inc.

表 10-5：　**AC 特性：SPS 接口 （TA = -20°C 至 +85°C ； VDD （内部） = +3.0V ±10%）**

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
t_{CYCH}	周期时间，主机到电池	190	—	—	µs	
t_{CYCB}	周期时间，电池到主机	190	205	250	µs	
t_{STRH}	启动时间，主机到电池	5	—	—	ns	
t_{STRB}	启动时间，电池到主机	32	—	—	µs	
t_{DSUH}	数据建立时间，主机到电池	—	—	50	µs	
t_{DSUB}	数据建立时间，电池到主机	—	—	50	µs	
t_{DH}	数据保持时间，主机到电池	90	—	—	µs	
t_{DV}	数据有效时间，电池到主机	—	—	80	µs	
t_{SSUH}	停止建立时间，主机到电池	—	—	145	µs	
t_{SSUB}	停止建立时间，电池到主机	—	—	145	µs	
t_{RSPS}	电池对主机的响应时间	190	—	320	µs	
t_B	间隔时间	190	—	—	µs	
t_{BR}	间隔恢复时间	40	—	—	µs	

表 10-6：　**A/D 转换器特性 （TA = -20°C 至 +85°C ； VREG （内部） = +3.0V ±10%）**

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
ADRES	A/D 转换器分辨率	9	—	15	位	
tCONV	A/D 转换器测量时间，n 位带符号	—	$2^n/f_{A/D}$	—	s	
VADIN	A/D 转换器的输入电压范围 （内部）	-150	—	150	mV	差分模式（注 1）
		0	—	300	mV	单端模式
EVGAIN	供电电压增益误差	—	—	0.100	%	
EVOFFSET	补偿的偏移误差	—	—	0.100	%	
ETEMP	温度增益误差	—	—	0.100	%	
EINL	非线性积分误差	—	—	0.004	%	

注　**1**：　该电压为 A/D 转换器内部输入端的电压。SR 和 NTC 都是直接测量值。VC1 输入测量是通过内部电平转换电路来进行的，该电路将输入电压转换至适合 A/D 转换器工作范围之内。

表 10-7：　**硅时基特性 （TA = -20°C 至 +85°C ； VREG （内部） = +3.0V ±10%）**

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
ETIME	硅时基误差	—	—	0.4	%	偏置电阻 ROSC 容差 = 1% TL = ±25 ppm

表 10-8：　**温度测量精度 （TA = -20°C 至 +85°C ； VREG （内部） = +3.0V ±10%）**

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
TRES	报告的温度分辨率	—	1	—	°C	
TACC	报告的温度精度	-3	—	3	°C	VREG = 3.6V
TDRIFT	报告的温度漂移	—	-2	—	°C/V	

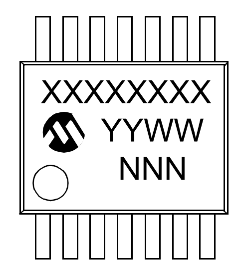
注：

© 2005 Microchip Technology Inc.

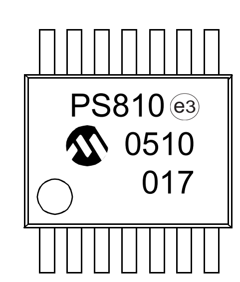
11.0 封装信息

11.1 封装标识信息

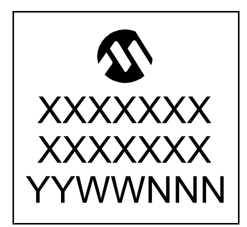
14 引脚 TSSOP



示例



16 引脚 QFN



示例



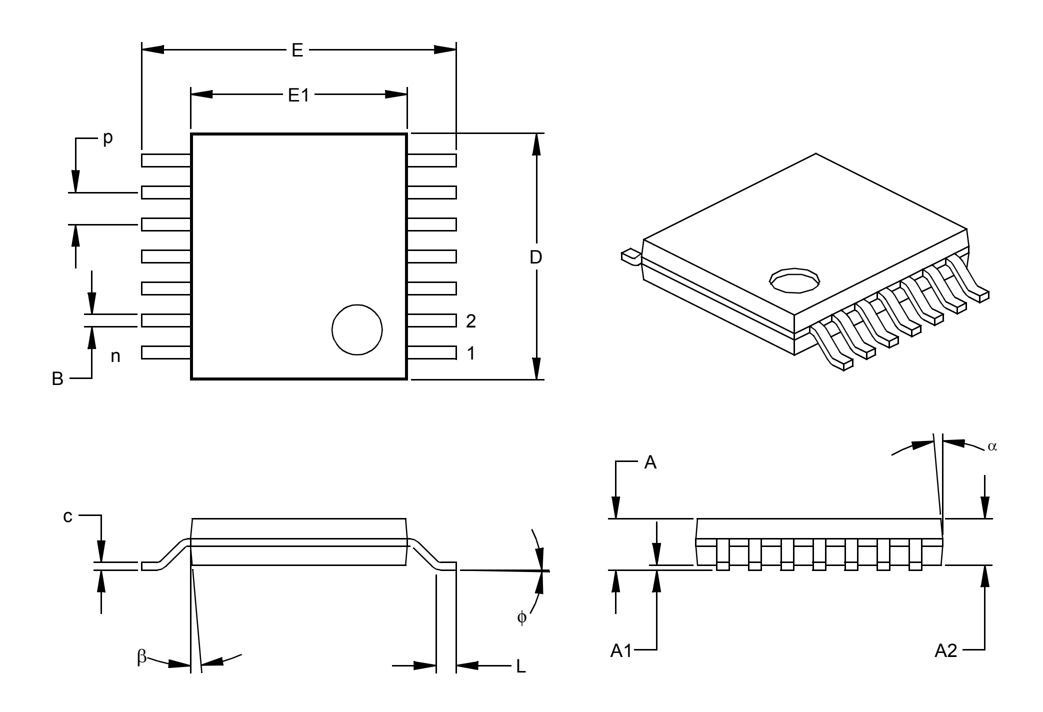
图注：		
	XX...X	用户指定信息
	Y	年份代码（日历年的最后一位数字）
	YY	年份代码（日历年的最后两位数字）
	WW	星期代码（一月一日的星期代码为 “01”）
	NNN	以字母数字排序的追踪代码
	(e3)	雾锡（Sn）的 JEDEC 无铅标志
	*	表示是无铅封装。 JEDEC 无铅标志 （(e3)）标示于此种封装的外包装上。

注： 若 Microchip 芯片部件编号无法在一行中完全标出，它将换行继续标出，因此限制了用户指定信息的可用字符数量。

11.2 封装细节

以下部分给出了封装的技术细节。

14 引脚塑料窄条小型封装 （ST）—主体 4.4 mm （TSSOP）



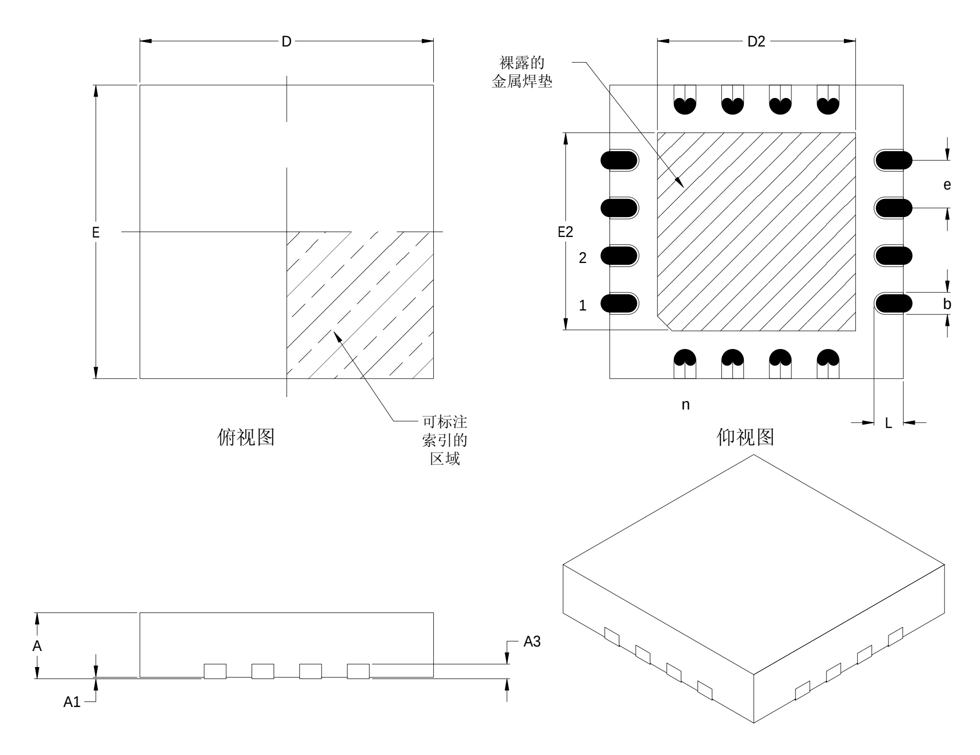
	单位	英寸			毫米 *		
	尺寸范围	最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n		14			14	
引脚间距	p		.026			0.65	
总高度	A			.043			1.10
塑模封装厚度	A2	.033	.035	.037	0.85	0.90	0.95
悬空间隙 §	A1	.002	.004	.006	0.05	0.10	0.15
总宽度	E	.246	.251	.256	6.25	6.38	6.50
塑模封装宽度	E1	.169	.173	.177	4.30	4.40	4.50
塑模封装长度	D	.193	.197	.201	4.90	5.00	5.10
底脚长度	L	.020	.024	.028	0.50	0.60	0.70
底脚倾斜角	φ	0	4	8	0	4	8
引脚厚度	c	.004	.006	.008	0.09	0.15	0.20
引脚宽度	B	.007	.010	.012	0.19	0.25	0.30
塑模顶端锥度	α	0	5	10	0	5	10
塑模底端锥度	β	0	5	10	0	5	10

* 控制参数
§ 重要特性

注：
尺寸 D 和 E1 不包括塑模毛边或突起，塑模每侧的毛边或突起不得超过 0.010 英寸（0.254mm）。
等同于 JEDEC 号: MO-153
图号 C04-087

© 2005 Microchip Technology Inc.

16 引脚塑封扁平无铅封装 （ML）主体 4x4x0.9 mm （QFN）— 切割分离



单位		英寸			毫米*		
尺寸范围		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n		16			16	
引脚间距	e		.026 BSC			0.65 BSC	
总高度	A	.031	.035	.039	0.80	0.90	1.00
悬空间隙	A1	.000	.001	.002	0.00	0.02	0.05
触点厚度	A3		.008 REF			0.20 REF	
总宽度	E	.152	.157	.163	3.85	4.00	4.15
裸露的焊垫宽度	E2	.090	.104	.106	2.29	2.64	2.69
总长度	D	.152	.157	.163	3.85	4.00	4.15
裸露的焊垫长度	D2	.090	.104	.106	2.29	2.64	2.69
触点宽度	b	.010	.012	.014	0.25	0.30	0.35
触点长度	L	.012	.016	.020	0.30	0.40	0.50

*控制参数

注：

1. BSC：基本尺寸。理论上显示的是没有公差的精确值。
   参见ASME Y14.5M
2. REF：参考尺寸，通常无公差，仅供参考。
   参见ASME Y14.5M

裸露的焊垫尺寸随管芯叶片大小而变化。

等同于JEDEC号：M0-220

图号C04-127，修订于05-05-05

© 2005 Microchip Technology Inc.

注：

 © 2005 Microchip Technology Inc.

MICROCHIP 网站

Microchip 网站 （www.microchip.com）为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的因特网浏览器即可访问。网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和样本程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及存档软件
- **一般技术支持**——常见问题 （FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 www.microchip.com，点击 "变更通知客户 （Customer Change Notification）" 服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 （FAE）
- 技术支持
- 开发系统信息热线

客户应联系其代理商、代表或应用工程师 （FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 http：//support.microchip.com 获得网上技术支持。

读者反馈表

我们努力为您提供最佳文档，以确保您能够成功使用 Microchip 产品。如果您对文档的组织、条理性、主题及其他有助于提高文档质量的方面有任何意见或建议，请填写本反馈表并传真给我公司 TRC 经理，传真号码为 86-21-5407-5066。

请填写以下信息，并从下面各方面提出您对本文档的意见。

致: TRC 经理　　　　总页数 ________

关于: 读者反馈

发自: 姓名 ________________________________

公司 ________________________________

地址 ________________________________

国家 / 省份 / 城市 / 邮编 ________________________________

电话: (______) ________________　　　传真: (______) ________________

应用（选填）:

您希望收到回复吗？是____ 否____

器件: PS810　　　　文献编号: DS21904B_CN

问题

1. 本文档中哪些部分最有特色？

____

____

2. 本文档是否满足了您的软硬件开发要求？如何满足的？

____

____

3. 您认为本文档的组织结构便于理解吗？如果不便于理解，那么问题何在？

____

____

4. 您认为本文档应该添加哪些内容以改善其结构和主题？

____

____

5. 您认为本文档中可以删减哪些内容，而又不会影响整体使用效果？

____

____

6. 本文档中是否存在错误或误导信息？如果存在，请指出是什么信息及其具体页数。

____

____

7. 您认为本文档还有哪些方面有待改进？

____

____

© 2005 Microchip Technology Inc.

产品标识体系

欲订货，或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

部件编号	X	/XX	XXX
器件	温度范围	封装	模式

器件	PS810
温度范围	I = -20°C 至 +85°C （工业级）
封装	ML = QFN ST = TSSOP
模式	QTP、 SQTP、代码或其他特殊要求 （否则为空白）

示例：

a) PS810/ML = QFN 封装
b) PS810/ST = TSSOP 封装



全球销售及服务网点

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://support.microchip.com
网址：www.microchip.com

亚特兰大 **Atlanta**
Alpharetta, GA
Tel: 1-770-640-0034
Fax: 1-770-640-0307

波士顿 **Boston**
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 **Chicago**
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 **Dallas**
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 **Detroit**
Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 **Kokomo**
Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

洛杉矶 **Los Angeles**
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣何塞 **San Jose**
Mountain View, CA
Tel: 1-650-215-1444
Fax: 1-650-961-0286

加拿大多伦多 **Toronto**
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

中国 – 北京
Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 – 成都
Tel: 86-28-8676-6200
Fax: 86-28-8676-6599

中国 – 福州
Tel: 86-591-8750-3506
Fax: 86-591-8750-3521

中国 – 香港特别行政区
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 – 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 – 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 – 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 – 深圳
Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 – 顺德
Tel: 86-757-2839-5507
Fax: 86-757-2839-5571

中国 – 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 – 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

台湾地区 – 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 – 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 – 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

亚太地区

澳大利亚 **Australia - Sydney**
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 **India - Bangalore**
Tel: 91-80-2229-0061
Fax: 91-80-2229-0062

印度 **India - New Delhi**
Tel: 91-11-5160-8631
Fax: 91-11-5160-8632

印度 **India - Pune**
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 **Japan - Yokohama**
Tel: 81-45-471- 6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 **Korea - Seoul**
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 **Malaysia - Penang**
Tel:604-646-8870
Fax:604-646-5086

菲律宾 **Philippines - Manila**
Tel: 011-632-634-9065
Fax: 011-632-634-9069

新加坡 **Singapore**
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 **Thailand - Bangkok**
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 **Austria - Weis**
Tel: 43-7242-2244-399
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 **Denmark-Copenhagen**
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 **France - Paris**
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 **Germany - Munich**
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 **Italy - Milan**
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

荷兰 **Netherlands - Drunen**
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 **Spain - Madrid**
Tel: 34-91-352-30-52
Fax: 34-91-352-11-47

英国 **UK - Wokingham**
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820

07/01/05

© 2005 Microchip Technology Inc.